

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**RESPUESTA DE LA FERTILIZACIÓN DE NPK EN EL  
CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*), Var.  
"Rio Grande", EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO EN LA  
PROVINCIA DE LAMAS – SAN MARTÍN – PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**JUAN ALI GONZALES BECERRA**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2016**

T- 07.07.2016.  
DOWDD

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**RESPUESTA DE LA FERTILIZACIÓN DE NPK EN EL  
CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*), Var.  
"Río Grande", EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO EN LA  
PROVINCIA DE LAMAS – SAN MARTÍN - PERÚ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
JUAN ALI GONZALES BECERRA.**

**TARAPOTO – PERÚ  
2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**TESIS**

**RESPUESTA DE LA FERTILIZACIÓN DE NPK EN EL CULTIVO  
DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*), Var. "Río Grande",  
EN FUNCIÓN AL RENDIMIENTO EN LA PROVINCIA DE LAMAS  
– SAN MARTÍN, PERÚ.**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
JUAN ALI GONZALES BECERRA**

**Comité de Tesis**

  
.....  
**Dr. Carlos Rengifo Saavedra**  
**Presidente**

  
.....  
**Ing. Eybis José Flores García**  
**Secretario**

  
.....  
**Ing. Jorge Luis Peláez Rivera**  
**Miembro**

  
.....  
**Ing. Segundo Darío Maldonado Vásquez**  
**Asesor**

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

Con amor y gratitud por iluminar mi camino, colmar de bendiciones mi vida y mostrarme siempre su inmensa bondad, quien siempre está conmigo.

### **Con amor y gratitud a mis padres:**

Juan Manuel Gonzales y Teófila Becerra, jamás tendré palabras para agradecerles, ni como pagarles todo lo que hicieron por mí y guiándome por el camino correcto. Su esfuerzo y sacrificio que hicieron para permitir conseguir el anhelo de llegar a ser profesional, gracias padres por estar siempre a mi lado.

### **A lucero:**

Que valientemente decidió emprender esta aventura de vida a mi lado y que gracias a su apoyo, cariño y amor hemos llegado a esta etapa de formación profesional y por ser la mujer que Dios me mandó para cuidarme y protegerme.

### **A mi hija:**

Kristel porque es la bendición más grande que Dios me ha dado.

### **A mis hermanos y hermanas:**

En especial a Antonio, Ángel, Percy, Mónica y Tania, de quienes he tenido incondicionalmente su apoyo moral en todo momento y sobre todo en los momentos que más los necesite para poder culminar mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis queridos padres por su incondicional apoyo moral y económico en el presente trabajo.

A mi familia por guiarme y enseñarme a tener respeto a la vida y con quienes he compartido momentos maravillosos de mi vida y con quienes contar con su simpatía y apoyo como hasta ahora lo he tenido.

A toda la familia Gonzales Becerra que de una u otra manera me brindaron el apoyo necesario para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Segundo Darío Maldonado Vásquez, asesor incondicional para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Jorge Luís Peláez Rivera dueño del fundo Hortícola "El Pacífico" que me brindo el apoyo necesario para la realización del presente trabajo.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por haber contribuido exitosamente a mi formación como persona y profesional.

## INDICE

|  | Página    |
|--|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>   | <b>1</b>  |
| <b>II. OBJETIVOS</b>   | <b>2</b>  |
| <b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>   | <b>3</b>  |
| 3.1 Sobre el cultivo de tomate   | 3         |
| 3.1.1 Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate                             | 11        |
| 3.1.2 Características del tomate variedad Río Grande                                 | 14        |
| 3.1.3 Funciones de los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio<br>en las plantas      | 16        |
| 3.2 Fertilización  | 23        |
| 3.3 Fertilizantes compuestos   | 26        |
| 3.4 Importancia del nitrógeno  | 27        |
| 3.5 Importancia del fósforo  | 29        |
| 3.6 Importancia del potasio  | 30        |
| 3.7 Antecedentes y recomendaciones en fertilización del cultivo de tomate            | 31        |
| 3.8 Resultados de investigaciones en el cultivo de tomate en la Región<br>San Martín | 32        |
| <b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>  | <b>34</b> |
| 4.1 Materiales   | 34        |
| 4.1.1 Ubicación del campo experimental   | 34        |
| a. Ubicación política  | 34        |
| b. Ubicación geográfica  | 34        |
| 4.1.2 Características edafoclimáticas  | 34        |
| a. Características climáticas  | 34        |
| b. Característica edáficas   | 35        |
| 4.1.3 Historia del campo experimental  | 36        |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 4.2     | Metodología                              | 36 |
| 4.2.1   | Diseño y características del experimento | 36 |
|         | a. Diseño experimental                   | 36 |
| 4.2.2   | Factores en estudio                      | 37 |
|         | a. Cultivo                               | 37 |
|         | b. Dosis de fertilización                | 37 |
| 4.2.3   | Tratamientos estudiados                  | 38 |
| 4.2.4   | Características del campo experimental   | 38 |
| 4.2.5   | Conducción del experimento               | 39 |
| 4.2.5.1 | Instalación de las parcelas              | 39 |
|         | a. Trazado del campo experimental        | 39 |
|         | b. Preparación del terreno definitivo    | 39 |
|         | c. Parcelado                             | 39 |
|         | d. Muestreo y análisis del suelo         | 39 |
|         | e. Almácigo                              | 40 |
|         | f. Trasplante                            | 40 |
|         | g. Replante                              | 40 |
| 4.2.5.2 | Labores culturales                       | 40 |
|         | a. Fertilización                         | 40 |
|         | b. control de malezas                    | 42 |
|         | c. Riego                                 | 42 |
|         | d. Instalación de tutores                | 42 |
|         | e. Poda y deschuponado                   | 42 |
|         | f. Control fitosanitario                 | 43 |
|         | g. Cosecha                               | 43 |
| 4.2.5.3 | Variables evaluadas                      | 43 |
|         | a. Altura de planta                      | 43 |
|         | b. Números de frutos                     | 44 |

|   |           |
|---|-----------|
| c. Peso del fruto por planta                              | 44        |
| d. Diámetro del fruto                                     | 44        |
| e. Longitud del fruto                                     | 44        |
| f. Rendimiento  | 44        |
| g. Análisis económico                                     | 45        |
| <b>V. RESULTADOS</b>                                      | <b>46</b> |
| 5.1 Altura de planta                                      | 46        |
| 5.2 Número de fruto por planta                            | 47        |
| 5.3 Peso del fruto por planta                             | 48        |
| 5.4 Diámetro del fruto                                    | 49        |
| 5.5 Longitud del fruto                                    | 50        |
| 5.6 Rendimiento   | 51        |
| 5.7 Análisis económico                                    | 52        |
| <b>VI. DISCUSIÓN</b>                                      | <b>53</b> |
| 6.1 De la altura de planta                                | 53        |
| 6.2 Del número de frutos por planta                       | 55        |
| 6.3 Del peso de frutos por planta                         | 57        |
| 6.4 Del diámetro del fruto                                | 59        |
| 6.5 De la longitud del fruto                              | 60        |
| 6.6 Del rendimiento                                       | 62        |
| 6.7 Del análisis económico de los tratamientos estudiados | 64        |
| <b>VII. CONCLUSIÓN</b>                                    | <b>66</b> |
| <b>VIII. RECOMENDACIÓN</b>                                | <b>67</b> |
| <b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                     | <b>68</b> |
| RESUMEN   |           |
| SUMMARY   |           |
| ANEXOS  |           |



## I. INTRODUCCIÓN

En las hortalizas, los frutos de tomate presentan una amplia aceptación y preferencia por sus cualidades gustativas y la posibilidad de su amplio uso en estado fresco o elaborado en múltiples formas, por lo que constituye una de las principales hortalizas que se cultivan en el mundo.

En la Región San Martín, es el tomate de la variedad Río Grande, la más difundida cuyos rendimientos de producción son en promedio 12 500 kg/ha, con un rango de rendimiento potencial entre 40 000 y 50 000 kg/ha, que los productores no logran alcanzar. La tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos, se pueden obtener niveles altos de producción tal como lo realizan los agricultores de la Costa del Perú. Son estas las tecnologías que el agricultor sanmartinense puede utilizar para mejorar su producción.

El trabajo de investigación tuvo por finalidad evaluar el efecto de tres dosis de N-P-K, en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), utilizando fertilizantes químicos, para determinar la dosis adecuada del cultivo; a fin de mejorar el desarrollo de la planta y el mayor rendimiento en suelos con deficiencias nutricionales en la región San Martín. Con lo que se pretende aportar las técnicas apropiadas para un buen manejo y conducción del cultivo de tomate bajo este sistema, así mismo ayudará al agricultor de San Martín mejorar su producción y producir sus hortalizas saludables todos los días.

## **II. OBJETIVOS**

- 2.1.** Evaluar el efecto de tres dosis de N-P-K, en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en la provincia de Lamas.
- 2.2.** Determinar la dosis de N-P-K, que permita el mejor desarrollo de la planta y el mayor rendimiento del cultivo.
- 2.3.** Realizar el análisis económico para cada tratamiento.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Sobre el cultivo de tomate

Abdalia y colaboradores (1970), mencionan que en todas las variedades la máxima formación de frutos se produce a los 18°C mientras que queda anulada a los 10°C como consecuencia de la esterilidad del polen, en este caso puede fecundarse artificialmente, utilizando polen fértil.

Rojas y Robles (1971), menciona que las flores pueden caer por dos razones: Falta de nutrientes causado por las altas temperaturas debido al aumento de la intensidad respiratoria y también por falta de la luz y falta de polinización debido a que la alta temperatura produce infertilidad.

Además señalan que si los frutos comienzan a desarrollarse antes de que las temperaturas sobrepasen los 26 °C pueden llegar a la madurez, aunque después aumente la temperatura, siendo difícil explicar esta observación, en cambio puede postularse que la transformación del ovario en el fruto, desencadena la síntesis de hormonas que inducen el prendimiento del mismo, aún en condiciones precarias, disminuyendo los frutos caídos.

Anderlini (1976), menciona que el tomate es una planta de origen tropical, precisa temperaturas sensiblemente altas para asegurar el ciclo total de su vegetación y llegar a madurar completamente sus frutos, el ciclo estival deben ser relativamente largo, precisando una temperatura media diurna de 23 a 24°C

y una temperatura nocturna de 14°C. De 24 a 31°C la planta se desarrolla rápidamente, a 33°C modera el ritmo de crecimiento y a 35°C se detiene.

Los terrenos que más tolera el cultivo de tomate son los neutros o ligeramente ácidos (pH de 7 a 5.8), pero se adapta también aunque discretamente, en las de alguna mayor acidez.

Digeta (1978), manifiesta que el tomate es una planta originaria del Perú – Ecuador, México, Bolivia, y Chile, que fue introducido a Europa en el siglo XVI. Su consumo es en fresco e industrial. Su fruto es una baya. Su desarrollo depende de las condiciones del clima, suelo y de las características genéticas de la variedad. Las condiciones óptimas del clima es de 20 - 25°C para su desarrollo y crecimiento.

Domínguez (1984), sostiene que el tomate es una especie que exige para su desarrollo una temperatura media y una luminosidad elevada y se siembran generalmente en semilleros, trasplantándose en campo definitivo cuando las plántulas tienen de 5 a 8 hojas sembrándose a ambos lados del surco.

Se adapta bien a diferentes condiciones climáticas, requiere de temperaturas medias superiores a 15°C, siendo el óptimo de 24 a 26°C, para las temperaturas diurnas y 18 a 19°C para las nocturnas, prospera en varios tipos de suelos, así los arenosos calientes son apropiados para el cultivo precoz, se requiere suelos bien saneados, con buen nivel de materia orgánica y con elevada fertilidad. El tomate es un cultivo bastante tolerante a la salinidad puede tolerar

de 4 a 8 mmhos/cm, también al exceso de sodio, se adapta mejor a los suelos ligeramente ácidos.

Van Haeff (1987), en su manual para educación agropecuaria, manifiesta que los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad.

Del momento de la siembra hasta la emergencia transcurren entre 6 a 12 días. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación, es de 20 a 25°C, desde la emergencia hasta el momento trasplante ocurren entre 30 y 70 días. El tiempo que las plantas permanecen en el semillero depende de la variedad de tomate, de las técnicas de cultivo y de los requisitos de crecimiento. Se obtiene la primera cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante, de una variedad tardía bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 100 días después del trasplante.

El tomate es neutro en cuanto a la duración de luz por día. Por lo tanto, florece a su debido tiempo de acuerdo con la edad y el desarrollo que tiene. Las temperaturas bajas y un crecimiento exuberante retardan la floración y provocan flores de difícil fecundación.

La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos. La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24°C, la exposición del fruto

al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel, por esta razón, se requiere suficiente follaje para la protección de los frutos y favorecer una coloración pareja.

Cáceres (1980), manifiesta que el tomate prospera en climas cálidos soleados, no tolera fríos ni heladas, requiere un periodo mayor de 110 días con temperaturas favorables. Cuando la temperatura media mensual pasa de los 27 °C las plantas de tomate no prospera. Altas temperaturas y vientos secos dañan las flores y entonces el fruto no cuaja bien.

La temperatura nocturna puede ser determinante en el cuajado, pues debe ser lo suficientemente fresca entre 15 y 22 °C, para muchos cultivares, pero no demasiado bajas porque ello puede resultar en la formación de frutos irregulares. La temperatura óptima para el mejor color rojo de los tomates está entre los 18 y 24 °C, cuando la temperatura pasa los límites de 26 a 29 °C, considerados en si como desfavorables se acentúa aún más el amarillamiento de la fruta.

Así mismo menciona que el tomate tiene un amplio sistema radicular, las mismas que profundizan hasta 1.2 m, por tanto requiere de suelos sueltos. Es un cultivo que requiere de suelos fértiles, con adecuada disponibilidad de fosfato y materia orgánica. Se adaptan a suelos con pH de 5.5 a 6.8

Edmond *et al.* (1988), menciona sobre las exigencias climáticas del tomate, dice que los principales factores son la temperatura y la intensidad de la luz.

Estudios efectuados han demostrado que la variedades actuales producen los más altos rendimientos en regiones que se caracterizan por tener una temperatura media en el verano de 22.8 °C, combinada con una moderada intensidad luminosa.

En relación a los suelos dice que se cultiva en muchos tipos de suelos. Cuando lo importante es la precocidad en la maduración del fruto se prefieren migajones arenosos bien drenados, inversamente cuando la precocidad no es importante y los altos rendimientos son esenciales se utiliza migajones arcillosos y migajones limosos, en ambos casos el suelo debe ser bien drenado y ligeramente ácido.

Rodríguez *et al.* (1990), manifiesta que el tomate puede vegetar en cualquier zona siendo la más apropiadas las costeras de 200 a 250 m.s.n.m., con temperaturas mínimas de 10 a 12°C.

Sobre las temperaturas recomendables y óptimas dicen que deben ser las siguientes:

- Temperaturas nocturnas de 15 a 18°C.
- Temperaturas diurnas de 25°C.
- En la floración 21°C.
- En el desarrollo vegetativo de 22 a 23°C.
- Paralización del cultivo o su actividad vegetativa a los 12°C.
- Las diferencias de temperaturas en el suelo no deben ser mayores de 6 a 7°C.

- La humedad relativa óptima durante el cultivo para un mejor cuajado debe ser de 65 a 70%.

Universidad de Chile (1993), menciona sobre las condiciones químicas del suelo para el cultivo de tomate, dice que crecen bien sobre un pH de 7.6 si no hay deficiencias de nutrimentos esenciales, siendo el pH ideal de 5.5 a 6.8, así mismo tiene una tolerancia media a las sales.

Nuez (1995), menciona, que los factores que afectan la floración pueden influir sobre la precocidad, rendimiento y calidad de los frutos, la floración es un proceso complejo afectado por numerosos factores entre los que destacan la variedad, la temperatura, la iluminación, la competencia con otros órganos de la planta, la nutrición mineral y los tratamientos con reguladores del crecimiento. El hábito de ramificación de la planta también tiene una influencia determinante sobre la floración, produciéndose esta de forma prácticamente continuada en los cultivares de crecimiento indeterminados, mientras en los determinados lo hace en una época específica, después del inicio de las flores, su velocidad de crecimiento y desarrollo, así como el aborto de yemas florales, están influenciadas por las condiciones ambientales del brote.

Giaconi y Escaff (1997), escribe que el tomate es una de las plantas hortícola de mayor importancia, proporciona producto para el consumo fresco y para la industria, es una de las plantas más investigadas en los aspectos básicos y agrícolas, su fruto es rico en vitaminas A y C.



Se adapta bien en varios tipos de suelos, aunque los prefiere profundos, de consistencia media bien equilibrados en sus componentes minerales, ricos en materia orgánica, permeables, dada la susceptibilidad del tomate al exceso de agua.

Tiene un buen comportamiento en suelos de pH 6 a 7 pero tolera hasta 8, las fórmulas completas son apropiadas, en la actualidad se están empleando muchos fertilizantes nitrogenados siempre y cuando se balanceen con aplicaciones de productos fosfatados y potásicos.

Con respecto a microelementos el tomate es una de las plantas más sensibles a deficiencias de boro y cobre, éste último parece intervenir en casi todas las funciones vitales de la planta.

Valadez (1997), menciona que el tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante en México. Es una planta nativa de América tropical cuyo origen está en la región de los andes del Perú y Chile, donde está la mayor variabilidad genética de tipos silvestres.

Esta es una planta anual de sistemas de raíces fibrosas y robusto con tallos cilíndricos y angulosos en plantas maduras, el fruto del tomate es una baya compuesta por varios lóbulos, el color más común del fruto es rojo, pero existen amarillos, naranjas y verdes, su diámetro comercial aproximado es de 5 a 10 cm.

Cornejo (2002), menciona que en la mayoría de países el tomate se cultiva como anual; sin embargo se puede comportar como planta perenne. Se pueden considerar dos fases fenológicas: vegetativa y reproductiva. *La fase vegetativa* comprende la emergencia, aparición de primeras hojas, crecimiento lento y crecimiento rápido, que va acompañado por la presencia de órganos reproductivos. La fase reproductiva se inicia con la presencia de los primordios florales, la floración, fructificación y la madurez, que en el cultivo se prolonga en varias etapas. Su periodo vegetativo es muy variable y dependerá del cultivar y de las condiciones medio ambientales.

El tomate es una solanácea cuyo comportamiento fisiológico es similar a otras de la misma especie; tiene una fuerte influencia de sus componentes genético, ambiental y hormonal.

Presenta grandes problemas fitosanitarios, muchos de los cuales han sido resueltos mediante el mejoramiento genético, otros deben ser manejados adecuadamente para evitar que afecte la fisiología del cultivo.

El tomate tiene grandes exigencias de agua por el desarrollo de gran número de órganos vegetativos en período muy corto.

Se utiliza ampliamente el riego por gravedad y localizado, no se ha encontrado diferencias en su eficiencia.

Como todo cultivo tiene épocas críticas en donde el déficit o el exceso afectaran el rendimiento y calidad de los frutos, las épocas críticas son:

establecimiento del cultivo sea por trasplante o siembra directa, para conseguir una población adecuada de plantas por unidad de área. En la floración el exceso de agua después de falta de agua, produce caída de flores y baja polinización, riegos pesados en esta etapa pueden llevar a un crecimiento exagerado de la planta y demora en su fase de desarrollo.

### **3.1.1. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate.**

La federación nacional de cafetaleros de Colombia (1990), menciona que el tomate es una planta exigente en nutrientes, requiere alta disponibilidad de fósforo y potasio; aunque las exigencias de nitrógeno son altas, un exceso de este elemento puede llevar a un exagerado desarrollo vegetativo con bajo porcentaje de formación de frutos. La extracción de nutrientes de una hectárea de tomates, con un rendimiento de 26 toneladas de frutos, es la siguiente: 76 Kg de N; 23 Kg de  $P_2O_5$ ; 120 Kg de  $K_2O$ ; 11 Kg de Ca; 59 Kg de Mg.

Cardoza *et al.* (1894), menciona que la planta de tomate para producir una tonelada de fruto extrae 2,28 unidades de Nitrógeno; 0,91 unidades de Fósforo y 5,53 unidades de Potasio.

Rodríguez *et al.* (1984), reporta que para la producción de una tonelada de fruta, el tomate extrae 5,16 kg de Nitrógeno; 0,86 kg de Fósforo y 5,62 kg de Potasio.

Menezes (1992), afirma que el tomate extrae 1,04 kg de Nitrógeno; 0,138 kg de Fósforo y 1,72 kg de Potasio, para producir una tonelada de fruto.

Maroto (1992), reporta que el tomate necesita 2,81 kg de Nitrógeno; 0,79 kg de Fósforo y 4,9 kg de Potasio, para producir una tonelada de fruto.

Bennett (1996), menciona que para producir una tonelada de fruto; la planta de tomate extrae 2,67 kg de Nitrógeno; 1,01 kg de Fósforo y 5,3 kg de Potasio.

Calderón (2002), en el cuadro número 01 nos muestra el consumo de nutrientes por planta para un rendimiento de 6,34 Kg/planta de tomate (variedad Money Maker).

**CUADRO N° 01: Absorción de nutrientes de una planta de tomate para producir 6,34 kilogramos de fruta.**

| ELEMENTO  | CANTIDAD |
|-----------|----------|
| Nitrógeno | 14,0 g   |
| Fósforo   | 1,50 g   |
| Potasio   | 23,8 g   |
| Calcio    | 7,01 g   |
| Magnesio  | 2,86 g   |
| Azufre    | 2,22 g   |
| Hierro    | 85 mg    |
| Manganeso | 99 mg    |
| Cobre     | 4 mg     |
| Zinc      | 55 mg    |
| Boro      | 30 mg    |
| Sodio     | 274 mg   |

FUENTE: CALDERON 2 002

Calderón (2002), afirma que el consumo de nutrientes en la planta del tomate se ajusta en general a una curva de tipo sigmoideal en la cual la época de

mayor consumo se encuentra localizada entre la semana 4 y la semana 12. Para los elementos mayores, el Potasio es absorbido en mayor cantidad seguido por Nitrógeno Nítrico, Calcio, Magnesio, Azufre, Fósforo y Nitrógeno Amoniacal.

Saravia (2004), menciona que la absorción del Nitrógeno por la planta de tomate en todo su ciclo de vida aumenta en las etapas de crecimiento y floración, alcanzando su máxima absorción en la etapa de fructificación, que es donde la planta presenta mayor acumulación de materia seca y por ende demanda más cantidad de nutriente para que éste se encuentre presente en todos sus órganos. Así mismo menciona que el Fósforo es absorbido por la planta de manera incremental, alcanzando su máxima absorción en la etapa de fructificación; para el caso del Potasio la absorción alcanza su máximo en la etapa de fructificación y disminuye en la etapa de maduración.

También nos dice que la absorción del Calcio, se empieza a incrementar en la etapa de crecimiento y floración, pero su máxima absorción la tiene en la etapa de fructificación. Para el caso del Magnesio la absorción muestra un incremento en la cantidad de Magnesio absorbida por el cultivo en sus fases tempranas, en el caso del Azufre, este alcanzó su máxima absorción por parte del cultivo en la etapa de fructificación. El Cobre es absorbido por la planta de manera incremental en todo su ciclo de vida, el cultivo alcanza su pico de absorción en la etapa final, donde llega a absorber el 86% en la etapa de fructificación, así mismo la planta del tomate absorbe su mayor cantidad de Fierro en la etapa de fructificación. El Manganeseo es un nutriente que se absorbe de manera incremental hasta llegar a absorber un máximo de 46%

en la etapa de cosecha; para el caso del zinc, este es absorbido por el cultivo hasta la etapa de fructificación donde llega a presentar el 54% del este elemento absorbido., así mismo el Boro es tomado por la planta hasta llegar a la etapa de maduración donde llega a presentar 49% de B absorbido.

Saravia (2004), en el cuadro número 02 nos muestra cómo evoluciona el consumo de nutrientes por la planta del tomate en todo su ciclo.

**CUADRO N° 02: Porcentaje de nutrientes absorbidos en cada etapa del desarrollo de la planta de tomate.**

| <b>ETAPA<br/>ELEMENTO</b> | <b>Plántula<br/>(20 dds)</b> | <b>Crecimiento<br/>(40 dds)</b> | <b>Floración<br/>(60 dds)</b> | <b>Fructificación<br/>(80 dds)</b> | <b>Maduración<br/>(100 dds)</b> |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>NITROGENO</b>          | 0,20%                        | 3,90%                           | 9,80%                         | 52,10%                             | 34%                             |
| <b>FOSFORO</b>            | 0,20%                        | 3,40%                           | 12,60%                        | 49,90%                             | 38,90%                          |
| <b>POTASIO</b>            | 0,20%                        | 3,60%                           | 9,60%                         | 56,30%                             | 30,30%                          |
| <b>CALCIO</b>             | 0,10%                        | 1,90%                           | 7,70%                         | 46,10%                             | 43,30%                          |
| <b>MAGNESIO</b>           | 0,20%                        | 2,50%                           | 8,70%                         | 51,60%                             | 37%                             |
| <b>AZUFRE</b>             | 0,10%                        | 1,90%                           | 6,40%                         | 52,10%                             | 39,50%                          |
| <b>COBRE</b>              | 0,10%                        | 0,90%                           | 2,50%                         | 10,80%                             | 85,80%                          |
| <b>FIERRO</b>             | 0,10%                        | 2%                              | 7,90%                         | 41,20%                             | 48,80%                          |
| <b>MANGANESO</b>          | 0,20%                        | 2,50%                           | 10,70%                        | 45,80%                             | 48,80%                          |
| <b>ZING</b>               | 0,10%                        | 1,80%                           | 11,50%                        | 53,50%                             | 33,10%                          |
| <b>BORO</b>               | 0,20%                        | 1,70%                           | 6,60%                         | 42,50%                             | 48,90%                          |

FUENTE: SARAVIA 2 004.

### 3.1.2. Características del tomate variedad Río Grande

Rosenstein (1992), dice que esta variedad es un tomate muy usado debido a su buena calidad industrial, se destaca por su buen color y alta viscosidad.

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| <b>Madurez</b>             | : | De 125 días de ciclo vegetativo, semi tardío. |
| <b>Planta y Follaje</b>    | : | Planta vigorosa, grande, determinada.         |
| <b>Peso promedio</b>       | : | 12 gramos por fruto.                          |
| <b>Forma del fruto</b>     | : | Oblada, elipsoidales, periformes, esféricos.  |
| <b>Caract. Indus.</b>      | : | Grado brix: 4,8 – 5,4; pH: 4,38.              |
| <b>Consistencia</b>        | : | Media – alta.                                 |
| <b>Pelado – Triturado:</b> |   | No muy recomendable.                          |

**Cuadro N° 03: Características agronómicas del tomate variedad rio grande**

| <b>CARACTERÍSTICAS</b>               | <b>REQUERIMIENTOS</b>  |
|--------------------------------------|--|
| Periodo vegetativo                   | De 3 a 6 meses.  |
| Requerimiento de suelo               | Franco arenoso, terreno suelto, rico en materia orgánica, drenados, pH 5,5 – 6,8   |
| Clima                                | Templado   |
| Época de siembra                     | Todo el año  |
| Época de cosecha                     | Se inicia a los 90 días con una duración de 30 días  |
| Temperatura máxima                   | 32 °C  |
| Temperatura mínima                   | 15 °C  |
| Temperatura media                    | 18 – 22 °C   |
| Humedad relativa                     | Baja   |
| Rendimientos regionales              | 16 toneladas por hectárea  |
| Rendimientos nacionales              | 17,78 toneladas por hectárea   |
| Rendimientos potenciales             | 40 – 50 toneladas por hectárea   |
| <b>MANEJO TÉCNICO</b>                |  |
| Distanciamiento                      | SIEMBRA EN ALMÁCIGO: 5 – 10 g/m <sup>2</sup> en cama de almacigo (chorro continuo), y entre líneas separadas a 10 cm.                |
|                                      | TRANSPLANTE: Entre golpes = 0,3 – 0,5 m.<br>Entre surcos = 1,5 – 1,8 m   |
| Nitrógeno (N) kg/Ha                  | 180 – 300  |
| Fósforo (P) kg/Ha                    | 100 – 150  |
| Potasio (K) kg/Ha                    | 100  |
| Materia orgánica                     | 10 – 20 toneladas por hectárea   |
| Módulo de riego (m <sup>3</sup> /Ha) | 8 000 – 9 000  |
| Frecuencia de riego                  | 12 – 15 días   |
| Principales plagas                   | Gusano de tierra, perforador de brotes, mosca blanca, pulgones, mosca minadora, gusano perforador, gusano pegador de hojas y brotes. |
| Principales enfermedades             | Hielo o rancha, chupadero, marchites, podredumbre del fruto.   |
| Usos                                 | Consumo fresco: guisos, ensaladas, pastas, jugos, cremas y sopas.  |

**FUENTE:** CENTRO DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN REGIONAL – CEDIR (2004).

### 3.1.3. Funciones de los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las plantas

Los elementos carbono, oxígeno, hidrógeno y azufre son constituyentes de compuestos orgánicos básicos en el metabolismo de la planta. A continuación examinaremos brevemente las funciones específicas de los más importantes elementos nutritivos:

**Nitrógeno (N).** Es un constituyente de los más importantes compuestos y complejos orgánicos minerales de la planta. Es absorbida por la planta, tanto en forma nítrica (ión nitrato  $\text{NO}_3$ ), como en forma amoniacal (ión amonio  $\text{NH}_4$ ), siendo ambos metabolizados por la misma. (Domínguez, 1989).

Bennet (1983), menciona que el nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4$ ). Generalmente se entiende que el amonio es absorbido y utilizado primeramente por las plantas jóvenes. Mientras que el nitrato es la forma principal para utilizarlo durante el periodo largo de desarrollo.

El nitrógeno tiene numerosas funciones en la planta. El ión  $\text{NO}_3$  sufre transformaciones después esto es absorbido y reducido a la forma amino. Entonces es utilizado en forma de aminoácidos. Los aminoácidos son esenciales para la formación de proteínas y son considerados estos componentes de los mismos. En adición a aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y bases nitrogenadas, el nitrógeno es también componente de compuestos de otras plantas incluyendo nucleótidos, amidas y aminas. Por lo tanto el N juega un papel clave en muchas reacciones metabólicas.



El nitrógeno es contenido en la molécula de clorofila, por lo que una deficiencia de N va a resultar en una condición clorótica en la planta. El N es también un constituyente estructural de las paredes celulares.

Las proteínas son continuamente creadas, sintetizadas y degradadas en la planta así que el N se mueve de las partes viejas de la planta a hojas jóvenes. Por lo tanto el síntoma de deficiencia aparece normalmente primero en las hojas viejas.

La proteína (aminoácidos y clorofila) y ácidos nucleicos son constituyentes mayores del protoplasma de la célula, así que a falta de nitrógeno inhibe la división celular con una consecuente reducción en el crecimiento.

Ishizuka (1978), cita que el nitrógeno juega un papel importante como constituyente de la clorofila, en la coloración verde característica de todas las plantas verdes. Así que el color de la hoja es un buen indicador del nivel de nitrógeno en los cultivos.

Tisdale y Nelson (1991), reportan que un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de nitrógeno pueden prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez.

Edmond *et al.* (1988), reportan que cuando existe un exceso de nitrógeno en la fase vegetativa se efectúa rápidamente, hay un rápido desarrollo de tallos y

hojas grandes de color verde oscuro conteniendo gran cantidad de clorofila que absorbe cantidades relativamente altas de luz y elaboran grandes cantidades de carbohidratos que se utilizan en la formación de células de tallos, hojas y raíces absorbentes.

**Forma de absorción.** Las plantas pueden absorber este nutrimento en forma de ión  $\text{NO}_3^-$  o  $\text{NH}_4^+$ , el  $\text{N}_2$  atmosférico; también lo aprovechan mediante reducción microbiana. Las plantas pueden absorber N en forma orgánica (urea y aminoácidos), tanto por las raíces como por la parte aérea.

El sistema radicular de las plantas absorbe el N en forma de  $\text{NO}_3^-$  o  $\text{NH}_4^+$ . El primero puede transformarlo la raíz, o puede transportarlo el xilema, para que posteriormente lo transformen las hojas de la planta. En cambio, el  $\text{NH}_4^+$  lo transforma inmediatamente la raíz a glutamina, para luego ser transportado a la parte superior de la planta. Los  $\text{NO}_3^-$  absorbidos, la enzima nitrato reductasa los transforma a  $\text{NO}_2^-$  el cual, a su vez, la nitrito reductasa lo reduce a  $\text{NH}_4^+$  (Domínguez, 1989).

**Funciones fisiológicas.** Después del carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el potasio, el nitrógeno (N) es uno de los elementos más abundante en las plantas. El N se encuentra en la planta en forma orgánica e inorgánica, y forma parte de los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, enzimas clorofila y alcaloides. Aunque el N inorgánico se puede acumular en forma de nitrato, el N orgánico predomina por el mayor peso molecular de las proteínas vegetales. Alrededor del 80 % del N que absorbe la planta, se utiliza para

formar proteínas, el 10 % ácidos nucleicos, el 5 % aminoácidos solubles, y el resto otros compuestos (Domínguez, 1989).

**Concentración foliar.** El N constituye entre el 1.5 y 6.0 % de la materia seca de muchos cultivos, que varía según la especie de que se trate, la edad de la planta (disminución del N en hojas conforme envejece el cultivo) y la parte que de ella se considere (Domínguez, 1989).

**La deficiencia** de nitrógeno provoca una vegetación pobre y de escaso vigor, las hojas adultas presentan un color verde pálido a amarillo uniformes. Los frutos quedan pequeños. El **exceso** de nitrógeno produce abundante follaje de un color verde oscuro, poco crecimiento de raíces, caída de flores y baja producción. (Domínguez, 1989).

**Fósforo (P).** El fósforo se encuentra en la planta en forma de ortofosfato y, en algunos casos, como pirofosfato. La nutrición adecuada de fósforo tiene, entre otros, los siguientes efectos favorables: acelera la madurez, mejora la calidad de frutos, aumenta la resistencia a las enfermedades, etc. Sin embargo, la escasez de este elemento tiene una fuerte influencia en el desarrollo (Domínguez, 1989).

Se encarga de la formación del sistema de raíces y flores, así como el crecimiento y la maduración de los frutos. La deficiencia de fósforo se presenta generalmente en las hojas más viejas donde se observan manchas amarillas con coloraciones rojas, mientras que las hojas nuevas (las guías) muestran menor crecimiento (Domínguez, 1989).

Adams (1986), menciona que el fósforo se considera como un elemento nutritivo mayor igual que el N y K, sin embargo en la mayoría de las plantas se presenta en menores cantidades que estos. El fósforo es absorbido por las plantas en cualquiera de las formas como ión ortofosfato monovalente ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ) o como ión ortofosfato divalente ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ). El ión absorbido es determinado por el pH del suelo. Cuando el nitrógeno y el fósforo son físicamente y químicamente asociados al suelo, la absorción del fósforo aumenta.

El fósforo es un constituyente de compuestos de la planta tal como enzimas, proteínas y es un componente estructural de fosfoproteínas, fosfolípidos y ácidos nucleicos, por lo tanto juega un papel importante en la vida de las plantas e importante también en el crecimiento reproductivo, la división celular, síntesis de azúcar, grasas y proteínas.

Este promueve maduración temprana y calidad de frutos. Un adecuado suministro en las primeras etapas vegetativas es importante en el retraso del crecimiento de las partes reproductivas asociadas a la vez con una pronta maduración de los cultivos. Se le considera esencial en la formación y maduración de las semillas encontrándose en gran cantidad en éstas y frutos; los meristemos y tejidos activos.

Incrementa también la resistencia a enfermedades. Una buena fertilización con fósforo ha sido asociada con un incremento del crecimiento de las raíces (Rodríguez, 1989; Tisdale y Nelson, 1991; Bennet, 1993).

**Forma de absorción.** Las plantas absorben el fósforo en forma iónica, como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , aunque excepcionalmente pueden tomarlo en forma de  $\text{HPO}_4^{2-}$ . (Domínguez, 1989).

**Funciones fisiológicas.** El P es un componente de ciertas enzimas y proteínas, adenosina trifosfato (ATP), ácido ribonucleico (ARN) y ácido desoxirribonucleico (ADN); el ATP participa en varias reacciones de transferencia de energía, el ARN y el ADN son componentes de la información genética; también el P forma parte del ácido fítico, principal forma de P en las semillas. (Domínguez, 1989).

**Concentración.** Esta varía de una especie a otra, pero en hortalizas oscila entre 0.25 y 0.90 % de la materia seca. Los valores críticos de P normalmente son menores de 0.20 y mayores de 1 % (deficiencia y toxicidad). (Domínguez, 1989).

Las plantas de tomate **deficientes** en fósforo son raquílicas. En el envés de las hojas jóvenes aparecen manchas intervenales de color púrpura. La madurez de la fruta se retrasa. No se conocen síntomas de **exceso** de fósforo, pero un exceso de fósforo puede provocar deficiencias de cobre y de zinc (Domínguez, 1989).

**Potasio (K).** Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, coloración y brillantez de los frutos. Ayuda a eliminar la acción perjudicial de

otros elementos, favoreciendo la asimilación de los minerales esenciales. Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos. El K juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C (Domínguez, 1989).

El potasio es absorbido como ión "K". La forma asimilable para las plantas del total del potasio es generalmente pequeña. A diferencia de otros elementos no forma parte de los componentes de la planta. Sus funciones son más bien de naturaleza catalítica. El potasio se enlaza iónicamente a la piruvato quinasa que es esencial en la respiración y en el metabolismo de carbohidratos. Es un constituyente de la fotosíntesis bajo condiciones de baja intensidad (Bidwell, 1979; Tisdale y Nelson, 1991; Wallace, 1961).

**Forma de absorción.** El potasio se absorbe en forma de  $K^+$ . (Domínguez, 1989).

**Funciones fisiológicas.** El K es un activador en gran cantidad de procesos, los cuales son necesarios para la conservación del estado del agua de la planta y de la presión de la turgencia de las células, así como para la apertura y el cierre estomático.

El K promueve la acumulación y la rápida translocación de los carbohidratos elaborados recientemente. (Domínguez, 1989).

**Concentración foliar.** El K constituye del 1.0 al 5 % de la materia seca del tejido. El contenido de K se considera deficiente o excesivo cuando su nivel es menor de 1.5 o mayor de 3.0 %, respectivamente; sin embargo, el nivel óptimo de este nutrimento puede ser mayor al 8.0 % en el tejido de los tallos de algunas legumbres (Domínguez, 1989).

En **deficiencia** del potasio se presenta pocas flores y un menor número de frutos maduros de las ramas. En casos severos las ramas comienzan a secarse por las puntas y las hojas se desprenden con facilidad hasta ocasionar muerte de la rama (Domínguez, 1989).

### 3.2. Fertilización

Antes de hacer un plan de fertilización se debe contar con un análisis de suelo con el fin de determinar las necesidades de elementos nutricionales y así hacer los ajustes necesarios que garanticen una adecuada nutrición del cultivo de acuerdo con sus requerimientos nutricionales (Jaramillo *et al.*, 2007).

La fertilización orgánica es la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes, etc. (Barahona, 1978). Por otra parte este mismo autor indica que el nitrógeno favorece el desarrollo, la producción y el tamaño del fruto pero el exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos. Su dosificación debe estar en equilibrio con las aportaciones de fósforo y potasio, pues un equilibrio entre los tres nutrientes es

fundamental para lograr, además de altos rendimientos, buena calidad comercial (Barahona, 1978).

El fósforo contribuye al desarrollo de un potente sistema radicular, favoreciendo el grosor y consistencia del tallo lo cual es imprescindible para lograr buena floración. Su deficiencia al inicio del cultivo puede originar retrasos importantes en el crecimiento, asimismo el ritmo de absorción del fósforo es similar al del nitrógeno, coincidiendo las mayores necesidades con la floración y engorde de los frutos (Barahona, 1978).

El potasio tiene gran influencia sobre la calidad de los frutos, aumentando la cantidad de sólidos disueltos en el jugo, peso, consistencia, mejor sabor y junto al magnesio, contribuye a la formación y homogénea distribución de los pigmentos colorantes sobre su superficie. La máxima demanda de este nutriente se inicia a los 60/75 días de trasplante, fecha que coincide, aproximadamente, con el engorde del primer racimo y donde existe una intensa actividad vegetativa (Barahona, 1978).

La deficiencia del calcio se corrige con aportaciones de Nitrato de cal, a dosis que pueden oscilar entre los 400/700 kg/ha de fertilizante que contenga 8% de Nitrógeno (N) y 16% de Óxido de calcio (CaO). Para obtener rendimientos que oscilan entre 30 toneladas por hectárea el autor hace mención que el cultivo de tomate necesita los siguientes requerimientos nutricionales: N (170), P (25), K (275), Ca (150), Mg (25) y S (22) kg/ha (Barahona, 1978).



Molinos & Cía. (2009). Es el proceso de incorporación de fertilizantes para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en el momento, cantidad y formas adecuadas, con el objetivo de incrementar los rendimientos tanto en cantidad como en calidad.

Una adecuada recomendación de fertilización supone una magnifica inversión para el agricultor.

**Cuadro N° 04:** Interpretación de un análisis de suelo para el cultivo de tomate.

| Análisis   | Unidad        | Bajo                                  | Medio                                    | Alto                                  |
|--|---------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| *Materia orgánica                                    | %             | <5 zona<br>caliente <<br>10 zona fría | 5-10 zona<br>caliente 10-20<br>zona fría | >10 zona<br>caliente >20<br>zona fría |
| C Fósforo (Bray II)                                  | Ppm           | <30                                   | 30 a 60                                  | >60                                   |
| O Potasio  | meq/100 g     | <0,3                                  | 0,3-0,6                                  | >0,6                                  |
| n Calcio   | meq/100 g     | <1,5                                  | 1,6-3                                    | >3                                    |
| N Magnesio   | meq/100 g     | <0,5                                  | 0,6 a 1                                  | >1                                    |
| a Aluminio   | meq/100 g     | <1,5                                  | 1,6-3                                    | >3                                    |
| H Azufre   | Ppm           | < 11                                  | 11-15                                    | >15                                   |
| C Capacidad de<br>O intercambio<br>3 catiónico (CIC) | Meq/100 g     | <10                                   | 10-20                                    | >20                                   |
| <b>Micronutriente</b>                                | <b>Unidad</b> | <b>Bajo</b>                           | <b>Medio</b>                             | <b>Alto</b>                           |
| + Hierro   | Ppm*          | <20,0                                 | 21 a 40                                  | >40                                   |
| E Manganeseo   | Ppm*          | <5,0                                  | 5 a 10                                   | >10                                   |
| D Cobre  | Ppm*          | <1,0                                  | 1,1 a 3                                  | >3                                    |
| T Zinc   | Ppm*          | <1,5                                  | 1,6-3                                    | >3                                    |
| A Boro   | ppm**         | <0,3                                  | 0,3 a 0,6                                | >0,6                                  |

a pH 8.5

\*\* Por agua caliente

Fuente: Muñoz (1995).

**Cuadro N° 05:** Relación de nutrientes en el suelo para el cultivo de tomate.

| Relación | Rango/unidades  | Efecto   |
|----------|-----------------|--|
| K/Ca+Mg  | Menor 0,5 meq   | Falta de color en el fruto                         |
|          | 0,5 a 1 meq     | Óptimo   |
|          | Mayor de 1 meq  | Pudrición apical del fruto (deficiencia de calcio) |
| Ca/Mg    | Menor de 2 meq  | Deficiencia de calcio                              |
|          | 4 a 5 meq       | Óptimo   |
|          | Mayor de 10 meq | Deficiencia de magnesio                            |
| Mg/K     | Menor 0,1 meq   | Deficiencia de magnesio                            |
|          | 0,2 a 0,4 meq   | Óptimo   |
|          | Mayor 0,5 meq   | Deficiencia de potasio                             |
| K/N      | Menor 1 meq     | Frutos blandos y maduración manchada               |
|          | 1,2 a 1,8 meq   | Óptimo   |
|          | Mayor 2 meq     | Hombros verdes                                     |

Fuente: Muñoz (1995).

**Cuadro N° 06:** Antagonismo comunes que se presentan por exceso de algunos nutrientes.

| Nutriente en exceso      | Deficiencia inducida                     |
|--------------------------|--|
| Nitrógeno                | Potasio, magnesio                        |
| Potasio                  | Nitrógeno, calcio, magnesio              |
| Cloro                    | Nitrógeno                                |
| Azufre                   | Molibdeno                                |
| Sodio                    | Potasio, calcio, magnesio                |
| Calcio                   | Potasio, magnesio, boro, manganeso, zinc |
| Magnesio                 | Calcio                                   |
| Manganeso, cobre, hierro | Zinc                                     |
| Hierro                   | Manganeso, zinc                          |
| Manganeso, zinc          | Hierro                                   |
| Fósforo                  | Hierro, zinc                             |

Fuente: Muñoz (1995).

### 3.3. Fertilizantes compuestos.

Molinos & Cía. (2009). Son aquellos fertilizantes preparados mediante mezclas físicas con fuentes granuladas para garantizar la ley del compuesto y la buena distribución del mismo al momento de su aplicación, permitiendo al agricultor el

uso inmediato del fertilizante, ahorrando tiempo y reduciendo los costos de mezclado. Algunas formulaciones de (NPK) están complementadas con nutrientes secundarios (Mg y S) y micronutrientes (Zn, B, Fe, etc.) manteniendo una proporción NPK: 1:1:1 y 1:2:1, cuyo uso dependerá fundamentalmente del tipo de cultivo.

La aplicación de la relación NPK (1:1:1) se recomienda al momento de la siembra o trasplante en cultivos que requieran una fertilización en esta proporción, como flores, frutales, hortalizas, etc. También para papa en lugares donde se realiza una sola fertilización.

La relación NPK (1:2:1) permite incorporar toda la dosis de Fósforo (elemento poco móvil en el suelo) en la fertilización, facilitando el fraccionamiento del Nitrógeno y Potasio en aquellos cultivos como frutales, papa, maíz, tomate, cebolla, espárrago y hortalizas en general.

### **3.4. Importancia del Nitrógeno.**

Molinos & Cía. (2009). Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento. Es componente de aminoácidos y proteínas. Forma parte de enzimas y sustancias complejas. Esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética. Alarga las fases del ciclo del cultivo.

Es un factor de crecimiento para el agricultor.

## **Fertilizante nitrogenado.**

### **Nitro - s**

Molinos & Cía. (2009). Con 32% de Nitrógeno de los cuales 16% como  $\text{NO}_3^-$  que es la forma en que las plantas absorben el N en forma inmediata y 16% como  $\text{NH}_4^+$  el cual es retenido por los coloides del suelo para luego ser sometido al proceso de nitrificación. Estabilizado y enriquecido con 1% de Fósforo.

Es apropiado para todos los cultivos de nuestras tres regiones naturales, a diferencia de la Urea no sufre grandes pérdidas por volatilización, siendo su uso ideal en aplicaciones de siembras directas y segundas fertilizaciones de cultivos como: papa, maíz, frutales, tabaco, flores, hortalizas, etc.

### **Propiedades físicas – químicas:**

|                            |   |                             |
|----------------------------|---|-----------------------------|
| Estado físico y apariencia | : | Sólido granulado.           |
| Punto de ebullición        | : | Se descompone.              |
| Temperatura crítica        | : | No aplicable.               |
| Volatilidad                | : | No disponible.              |
| Solubilidad                | : | Fácilmente soluble en agua. |

### **Composición química:**

|           |   |      |
|-----------|---|------|
| Nitrógeno | : | 32%. |
| Fósforo   | : | 1%.  |
| Potasio   | : | 2%.  |
| Azufre    | : | 11%. |

### 3.5. Importancia del Fósforo.

Molinos & Cía. (2009). Estimula el desarrollo del sistema radicular. Favorece la floración y el cuajado del fruto. Esencial en la fotosíntesis y en la formación de compuestos orgánicos. Interviene en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía. Forma parte de sustancias complejas como fosfolípidos, enzimas, etc. Acorta el ciclo del cultivo, adelantando la maduración. Es un factor de precocidad.

#### Fertilizante fosfatado.

##### Superphos – P

Molinos & Cía. (2009). Con 25% de Fósforo ( $P_2O_5$ ). De reacción neutra adecuada para todo tipo de suelos y cultivos (café, frutales, papa, maíz, etc.) aplicándose en profundidad como en superficie. La liberación del Calcio (35% CaO), se acelera cuando el suelo tienen reacción ácida la cual será graduada dependiendo de la de la textura del suelo y del tipo de cultivo establecido.

#### Propiedades físicas:

|                |   |                               |
|----------------|---|-------------------------------|
| Estado físico  | : | Sólido granulado.             |
| Color          | : | Blanco arena.                 |
| Olor           | : | Característico.               |
| PH             | : | 3.4 +/- 0.1 de la suspensión. |
| Inflamabilidad | : | No inflamable.                |
| Explosividad   | : | No explosivo.                 |
| Corrosividad   | : | No corrosivo.                 |
| Estabilidad    | : | 5 años.                       |

**Composición química:**

|                 |   |      |
|-----------------|---|------|
| Fósforo         | : | 25%. |
| Calcio          | : | 35%. |
| Azufre          | : | 15%. |
| Magnesio        | : | 3%.  |
| Extracto húmico | : | 1%.  |

**3.6. Importancia del Potasio.**

Molinos & Cía. (2009). Aumenta la actividad fotosintética. Interviene como factor de distintas reacciones enzimáticas. Regulador de la economía del agua, reduciendo la transpiración. Mayor resistencia al marchitamiento y heladas. Interviene en la translocación de carbohidratos hacia los órganos de reserva (frutos, granos, tubérculos). Activa la absorción de los nitratos. Es un factor de calidad.

**Fertilizante potásico.****Sulpomag**

Molinos & Cía. (2009). Es un fertilizante natural producido en EEUU, contiene 22% de Potasio ( $K_2O$ ), 18% de Magnesio ( $MgO$ ) y 22% de Azufre (S). Ideal para cubrir las necesidades de Magnesio y Azufre en todos los suelos y cultivos, especialmente en: frutales, hortalizas, espárrago, papa, cebolla, etc., que son cultivos de muy alta inversión y rentabilidad.

Presentación: estándar, granular y Premium.

**Propiedades físicas:**

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| Apariencia     | : | De blanco a gris, cristalina o granular. |
| Estado físico  | : | Sólido de cristalino a granular.         |
| Color          | : | Blanco arena.                            |
| Olor           | : | Ninguno.                                 |
| PH             | : | 7,04 en una solución al 5%               |
| Inflamabilidad | : | No inflamable.                           |
| Explosividad   | : | No explosivo.                            |
| Solubilidad    | : | Aproximadamente 24,4% @ 77°F (25°C).     |

**Composición química:**

|          |   |      |
|----------|---|------|
| Potasio  | : | 22%. |
| Magnesio | : | 18%. |
| Azufre   | : | 22%. |

**3.7. Antecedentes y recomendaciones en fertilización del cultivo de tomate.**

Cuadra y Ramos (2002), evaluando el efecto de diferentes niveles de NPK en el comportamiento agronómico del tomate, usando un diseño experimental de diseño de bloques al azar, con arreglo factorial 3x3; encontraron que aportes de 180 kg/ha de Nitrógeno combinadas con aplicaciones de fosforo y potasio inducen a un mayor crecimiento, diámetro y numero de racimos en la planta del tomate. Sin embargo aplicaciones de 60-40-80 y 60-80-80 Kg/ha respectivamente, garantizan rendimientos significativos mayores de las 52 TM/ha.

### **3.8. Resultados de investigaciones en el cultivo de tomate en la Región San Martín.**

Amacifuen (2012), en su experimento: Respuesta a la aplicación de dosis de roca fosfórica con humus de lombriz en el cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*. Mill) var. "Río Grande", en un suelo ácido del fundo Aucaloma de la UNSM – Lamas. Donde utilizó el diseño de bloques completo al azar (DBCA), con 7 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos fueron: Testigo, Humus de Lombriz (4 t/ha), Roca fosfórica (0,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (1 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (1,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (2 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (2,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz.

Sus resultados mostraron que: la mayor altura de planta se logró con los tratamientos T<sub>2</sub> (4 t/ha/humus) y T<sub>6</sub> (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 58,57 cm y 56,66 cm, por efecto del humus de lombriz principalmente que facilitó el crecimiento longitudinal de los mismos. El tratamiento T<sub>5</sub> (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) obtuvo el mayor número de flores por planta con 16,95 flores/planta, mayor número de frutos por planta con 16,85 frutos y mayor peso de frutos con 716,75 y 688,50 g/planta, gracias al aporte equilibrado de fósforo. La rentabilidad económica fue 78/100 céntimos por cada nuevo sol invertido. De igual forma el rendimiento que obtuvo el T<sub>5</sub> fue de 19,11 t/ha, asemejándose el T<sub>4</sub> con 18,36 t/ha siendo los tratamientos que mejores respuestas presentaron.



Por otra parte, Saavedra (2010), en una investigación sobre: Evaluar el efecto de cinco dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill), en suelos ácidos, sector Aucaloma – San Martín – Perú.

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar DBCA, con 6 tratamientos y 4 repeticiones, de las evaluaciones realizadas se obtuvieron los siguientes resultados: El humus de lombriz de 10 y 6 t/ha, hizo efecto en el cultivo con respecto a la altura (48.6 cm y 48.15 cm), en número de flores por plantas (14.85 y 14.73); mientras que los tratamientos con 6 t/ha de humus, 10 t/ha y 8 t/ha de humus, obtuvieron más altos promedios de racimos florales/ planta (5.68, 5.45 y 5.18). Con la dosis de 10 t/ha de humus y 8 t/ha de humus se obtuvo mayor número de frutos por planta (9.23 y 8.78). La 10 t/ha de humus, con 599.75 g peso de frutos/cosecha obtuvo el mayor rendimiento (18 550 kg/ha) con rentabilidad económica de 33/100 céntimos de nuevo sol por cada nuevo sol invertido.

A su vez, Pezo (2000), en su trabajo: Comportamiento de diferentes sistemas de tutorase en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum*), en el bajo mayo. Se evaluó cuatro tratamientos ( $T_1$ = Sistema de colgado,  $T_2$ = Sistema de tutorado a una sola estaca,  $T_3$ = Sistema de espaldera,  $T_4$ = Sistema inglés o en V, con una densidad de siembra de 1,0 x 0,5 m. Obteniéndose una altura de planta promedio de 91,5 cm, el 50% de floración a 62,2 días; así como promedio 27 frutos por planta. A sí mismo llegó a la conclusión, que no existió una diferencia significativa entre los tratamientos; pero que más rentable fue el sistema inglés o en v, porque con un menor costo de producción generó una gran utilidad.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Ubicación del campo experimental**

El trabajo de investigación se realizó en el fundo Hortícola "El Pacífico" de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, el cual presenta las siguientes características:

##### **a. Ubicación Política**

|              |   |             |
|--------------|---|-------------|
| Distrito     | : | Lamas.      |
| Provincia    | : | Lamas.      |
| Departamento | : | San Martín. |
| Región       | : | San Martín. |

##### **b. Ubicación Geográfica**

|                |   |              |
|----------------|---|--------------|
| Latitud sur    | : | 06° 20' 15"  |
| Longitud oeste | : | 76° 30' 45"  |
| Altitud        | : | 835 m.s.n.m. |

#### **4.1.2. Características edafoclimáticas**

##### **a. Características climáticas**

Según Holdridge (1975), nos dice que el lugar donde se realizó la presente investigación se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú. Los datos meteorológicos

durante el desarrollo del trabajo de investigación se pueden ver en el siguiente cuadro:

En el Cuadro 7, se muestra los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2009), que a continuación se indican:

**Cuadro N° 07: Datos Meteorológicos Correspondientes a los Meses del Experimento – 2009.**

| Meses      | Temperatura media mensual (°C) | Precipitación Total mensual (mm) | Humedad Relativa (%) |
|------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Septiembre | 23.2                           | 131.2                            | 84                   |
| Octubre    | 23.1                           | 129.4                            | 83                   |
| Noviembre  | 24.1                           | 281.6                            | 85                   |
| Diciembre  | 24.1                           | 259.1                            | 84                   |
| Promedio   | 23.6                           | 200.3                            | 84                   |

Fuente: SENAMHI (2009).

#### **b. Características edáficas**

El suelo presenta una textura franco arcillo arenoso, con un pH de 6,35 de reacción ligeramente ácido, materia orgánica se encuentra en un nivel bajo de 1,94 %, el nitrógeno tiene un contenido 3,88 kg/ha/año, el fósforo asimilable se encuentra en 21,55 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, el potasio disponible se encuentra en 119,55 kg K<sub>2</sub>O/ha. Los resultados descritos se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 08: Resultado de Análisis Físico y Químico del Suelo**

| DETERMINACIONES                         |                              | Dato  | INTERPRETACIÓN    |
|---|------------------------------|-------|-------------------|
| pH                                      |                              | 6.35  | Ligeramente Ácido |
| M.O (%)                                 |                              | 1.94  | Bajo              |
| C.E.Mmhos/cc                            |                              | 0.04  | No salino         |
| Análisis Físico de la muestra           | (%) Arena                    | 58.4  |                   |
|   | (%) Limo                     | 26.8  |                   |
|   | (%) Arcilla                  | 18.4  |                   |
|   | Clase Textural               |       | Franco Arenoso    |
| Elementos mayores disponibles           | N (%)                        | 0.097 | Bajo              |
|   | P (ppm)                      | 2.94  | Bajo              |
|   | K (ppm)                      | 31    | Bajo              |
| Análisis Químico de Cationes Cambiables | Ca <sup>++</sup> (meq/100 g) | 12.03 | Normal            |
|   | Mg <sup>++</sup> (meq/100 g) | 2.78  | Normal            |
|   | K <sup>+</sup> (meq/100 g)   | 0.079 | Bajo              |
|   | Na <sup>+</sup> (meq/100 g)  | 0.25  | Bajo              |
| C.I.C. (meq/100 g)                      |                              | 15.14 |                   |

**Fuente:** Laboratorio de suelos Agrícolas-FCA-UNSM-T (2009).

#### 4.1.3. Historia del campo experimental

El campo experimental comprende un área dedicada netamente al cultivo de hortalizas como pepinillo, cebolla china, ají, tomate, brócoli por 20 años.

## 4.2. Metodología

### 4.2.1. Diseño y características del experimento

#### a. Diseño experimental

Se hizo una investigación cuantitativa, aplicándose el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento. La información de campo obtenida se procesó utilizando el

programa estadístico SPSS 19, donde el P-valor es el comparador de la prueba de F con probabilidades de  $P < 0.05$  y  $P < 0.01$  a niveles de confianza de 95% y 99% respectivamente y la Prueba de rangos múltiples de Duncan para promedios de los tratamientos a una probabilidad de  $P < 0.05$ .

**Cuadro N° 09: Esquema de Análisis Estadístico.**

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|---------------------|--------------------|
| Tratamientos        | $t-1 = 3$          |
| Bloques             | $r-1 = 3$          |
| Error               | $(t-1)(r-1) = 9$   |
| Total               | $r.t - 1 = 15$     |

#### 4.2.2. Factores en estudio

##### a. Cultivo

- Tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedad Río Grande.

##### b. Dosis de fertilización

N     $P_2O_5$      $K_2O$

T<sub>1</sub>: 200 – 50 – 180

T<sub>2</sub>: 240 – 100 – 220

T<sub>3</sub>: 280 – 150 – 260

T<sub>0</sub>: 0 – 0 – 0

##### Fuentes de fertilización:

N: Nitro - S.....32%

P: Superphos – P.....25%

K: Sul - po - mag.....22%

**4.2.3. Tratamientos estudiados**

La distribución de los tratamientos fue como se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 10: Tratamientos y Aleatorización**

| <b>Bloques</b> | <b>Tratamientos</b>  |                      |                      |                      |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>I</b>       | <b>T<sub>1</sub></b> | <b>T<sub>0</sub></b> | <b>T<sub>2</sub></b> | <b>T<sub>3</sub></b> |
| <b>II</b>      | <b>T<sub>2</sub></b> | <b>T<sub>3</sub></b> | <b>T<sub>1</sub></b> | <b>T<sub>0</sub></b> |
| <b>III</b>     | <b>T<sub>0</sub></b> | <b>T<sub>1</sub></b> | <b>T<sub>3</sub></b> | <b>T<sub>2</sub></b> |
| <b>IV</b>      | <b>T<sub>3</sub></b> | <b>T<sub>2</sub></b> | <b>T<sub>0</sub></b> | <b>T<sub>1</sub></b> |

**4.2.4. Características del campo experimental**

**A nivel de bloques**

|                                       |   |                       |
|---------------------------------------|---|-----------------------|
| Número de bloques                     | : | 04                    |
| Tratamientos por bloque               | : | 04                    |
| Total de Tratamientos del experimento | : | 16                    |
| Largo de los bloques                  | : | 31.00 m.              |
| Ancho de los bloques                  | : | 4.00 m.               |
| Área de cada bloque                   | : | 124.00 m <sup>2</sup> |

**A nivel de unidad experimental**

|                                   |   |                      |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Número de Unidades experimentales | : | 16                   |
| Área total de Tratamientos        | : | 26.00 m <sup>2</sup> |
| Distanciamiento entre hileras     | : | 1.00 m               |
| Distanciamiento entre plantas     | : | 0.40 m               |

#### **4.2.5. Conducción del experimento**

##### **4.2.5.1 Instalación de las Parcelas**

###### **a) Trazado del campo experimental (23 de Julio del 2009)**

Para el trazado y demarcación del campo experimental se utilizó estacas de madera, cordeles (rafia de colores) y wincha.

###### **b) Preparación del terreno definitivo (30 de Julio del 2009)**

Esta actividad se realizó un mes antes del trasplante, por medio de tracción mecánica, lo cual permitió mejorar las propiedades físicas del suelo al convertir la estructura del mismo en una más suelta, mejorando la aireación y la capacidad de drenaje del mismo.

###### **c) Parcelado (07 de Agosto del 2009)**

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en 4 bloques, 4 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento.

###### **d) Muestreo y análisis del suelo (16 de Julio del 2009)**

Se realizó utilizando el muestreador de suelo, extrayendo el suelo propiamente dicho a una profundidad que va de 0 a 30 cm, utilizando el método de zigzag de la parcela ya determinada para obtener las muestras dicha labor se efectuó antes de la siembra. Que luego fueron llevados al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín para su respectivo análisis.

**e) Almacigo (01 de Agosto del 2009)**

Las semillas de tomate de la variedad Río Grande fueron adquiridas en una agro veterinaria de la ciudad, cuyas características descritas en el envase son las siguientes: % germinación: 99%, germinación aproximada: 7 – 10 días a 18 °C.

Para el almacigo se utilizó bandejas almacigueras de 192 celdas cada una con sustratos de algas marinas (premix 3), luego colocamos la semilla de tomate Río Grande (una semilla por celda) en cada uno de las celdas que tiene la bandeja.

**f) Trasplante (31 de Agosto del 2009)**

Se realizó después de los 30 días de sembrado al momento de la aparición de las dos primeras hojas verdaderas, índices que nos sirvió para llevarlos a campo definitivo. El distanciamiento de siembra es de 1.00 m entre Hileras, y 0.40 m entre plantas, para una densidad poblacional inicial de 25 000 plantas por hectárea.

**g) Replante (04 de Septiembre del 2009)**

Se hizo luego del trasplante sustituyendo a las plantas que no prendieron en el campo.

**4.2.5.2 Labores culturales**

**a. Fertilización (05 de Septiembre del 2009)**

Para la fertilización utilizamos el método de aplicación de banda sub-superficial, al costado de las semillas de 2,5 – 5 cm con cobertura de tierra,



se usó fertilizante de NPK granulado, **Nitro-s** (Nitrógeno 32%, Fósforo 1%, Potasio 2% y Azufre 11%), **Superphos-p** (Fósforo 25%, Calcio 35%, Azufre 15%, Magnesio 3% y Extracto húmico 1%) y **Sul-po-mag** (Potasio 22%, Magnesio 18% y Azufre 22%), la fertilización se realizó de la siguiente manera:

#### Dosis/tratamiento

➤ Para el T<sub>1</sub> se utilizó:

**Nitro-s** = 612.88 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 8.337 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**Superphos-p**= 113.8 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 1.547 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**Sul-po-mag** = 98.909 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 1.343 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

➤ Para el T<sub>2</sub> se utilizó:

**Nitro-s** = 737.88 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 10.037 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**Superphos-p**= 313.8 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 4.267 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**Sul-po-mag** = 456.60 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 6.208 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

➤ Para el T<sub>3</sub> se utilizó:

**Nitro-s** = 862.87 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 11.737 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**Superphos-p**= 513.8 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 6.987 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**Sul-po-mag** = 638.41 kg/ha, para 26 m<sup>2</sup> se requiere 8.683 kg/ha para la respectiva aplicación en campo definitivo.

**b. Control de malezas (periódicamente)**

El control de malezas se realizó de forma mecánica, es decir haciendo deshierbo manuales de acuerdo a la presencia en el campo utilizando: machete, palana, lampas y rastrillo para los bordes de conformidad a la necesidad del cultivo. Esto se realizó periódicamente.

**c. Riego (primeros días de trasplante)**

Los riegos fueron realizados los primeros 45 días en horas de la mañana y fueron oportunos y de acuerdo a las necesidades del cultivo para evitar daños fisiológicos por estrés hídrico.

**d. Instalación de tutores (11 de Octubre del 2009)**

Consistió en el prendimiento de caña brava a ambos extremos de las hileras de cada parcela, y se amarró con rafia de la parte superior de la planta, esta práctica se realizó con la finalidad de mantener la planta erguida, ya que los tallos del tomate se parten con mucha facilidad.

**e. Poda y deschuponado (15 de Septiembre del 2009)**

Se eliminaron los brotes de la parte axilar de las hojas, hojas enfermas y viejas, la eliminación de chupones y se realizó semanalmente.

**f. Control fitosanitario (periódicamente)**

Para realizar el control de plagas y enfermedades se procedió previamente a realizar un monitoreo de las mismas, para determinar su presencia y evolución en el cultivo. También se efectuó un control químico preventivo y curativo según las necesidades durante el ciclo del cultivo.

Como insecticida se utilizó Cypermethrin cuya medida fue de 60 ml/20l de agua se usó como prevención al ataque de insectos como grillos, hormigas y otros insectos. Como fungicida se utilizó Ridomil cuya medida fue de 60 ml/20l de agua respectivamente, se usó como prevención del hongo fungoso "Rancha" e impedir el crecimiento de hongos, a los 7 días después del trasplante, a la floración y a la primera cosecha.

**g. Cosecha (04 y 08 de Diciembre del 2009)**

La cosecha se realizó en forma manual cuando el cultivo se encontraba en su madurez fisiológica.

**4.2.5.3 Variables evaluadas**

**a. Altura de planta**

Se evaluó las alturas de 10 plantas por parcela de cada tratamiento, cada 7 días, procediendo a tomar la medida desde el nivel del suelo hasta la parte apical de la planta, con la ayuda de una wincha. La medida se realizó desde la semana 3 hasta la semana 11.

**b. Número de frutos por plantas**

Se evaluó el número de frutos de 10 plantas por cada parcela de los tratamientos, utilizando el conteo directo de todos los frutos de la planta para hacer las comparaciones pertinentes.

**c. Peso de fruto por planta**

Se pesaron los frutos de las 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, para lo cual se usó una balanza de precisión.

**d. Diámetro del fruto**

Se evaluó el diámetro de los frutos de 10 plantas por cada parcela de los tratamientos seleccionados al azar, para evaluar el diámetro de los frutos se utilizó un vernier basada en centímetros en la cual se tuvo en cuenta la parte más ancha del fruto y la parte más delgada luego se promedia ambas medidas para tener un solo resultado.

**e. Longitud del fruto**

Se evaluó la longitud de los frutos de 10 plantas por cada parcela de los tratamientos seleccionados al azar, para evaluar la longitud de los frutos se utilizó un vernier basada en centímetros para lo cual se midió desde la base del pedúnculo hasta la parte umbilical del fruto.

**f. Rendimiento**

Se pesaron los frutos de 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, se utilizó una balanza de precisión, el resultado fue convertido a Tn/ha; para lo

cual se tomó el peso promedio de fruto por planta de cada tratamiento, se multiplico por la cantidad de plantas por hectárea (densidad de siembra).

**g. Análisis económico**

Se comparó los costos de producción de cada tratamiento con los rendimientos obtenidos para determinar el o los tratamientos más rentables que mostró el trabajo de investigación.

La relación costo beneficio se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Costo Beneficio = Costo de producción/Beneficio Bruto x 100.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Altura de planta

**Cuadro N° 11: ANVA para la Altura de planta (cm)**

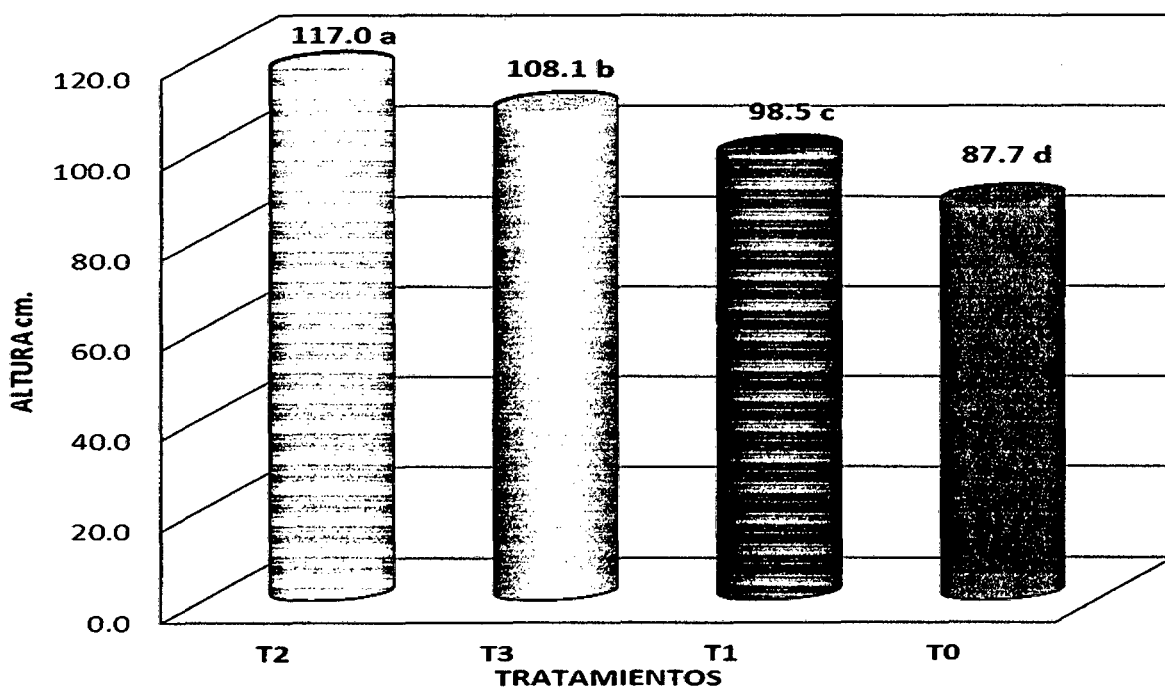
| Fuente de variabilidad    | Suma de cuadrados  | G.L.      | Media cuadrática | F.C.   | Sig. Del P-valor. |
|---------------------------|--------------------|-----------|------------------|--------|-------------------|
| <b>Bloques</b>            | 9.996325           | 3         | 3.332108         | 0.70   | <b>N.S.</b>       |
| <b>Tratamientos</b>       | 1913.530675        | 3         | 637.843558       | 134.91 | <b>**</b>         |
| <b>Error experimental</b> | 42.550975          | 9         | 4.727886         |        |                   |
| <b>Total</b>              | <b>1966.077975</b> | <b>15</b> |                  |        |                   |

**C.V. = 2.12%**

**Promedio = 102.816 cm**

**R<sup>2</sup> = 97.83%**

**N.S. No significativo, \*\*Altamente significativo (P<0.01)**



**Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.**

**Gráfico N° 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para los promedios de la altura en cm. de planta por tratamientos.**

## 5.2. Número de frutos por planta

**Cuadro N° 12: ANVA para el Número de frutos por planta.**

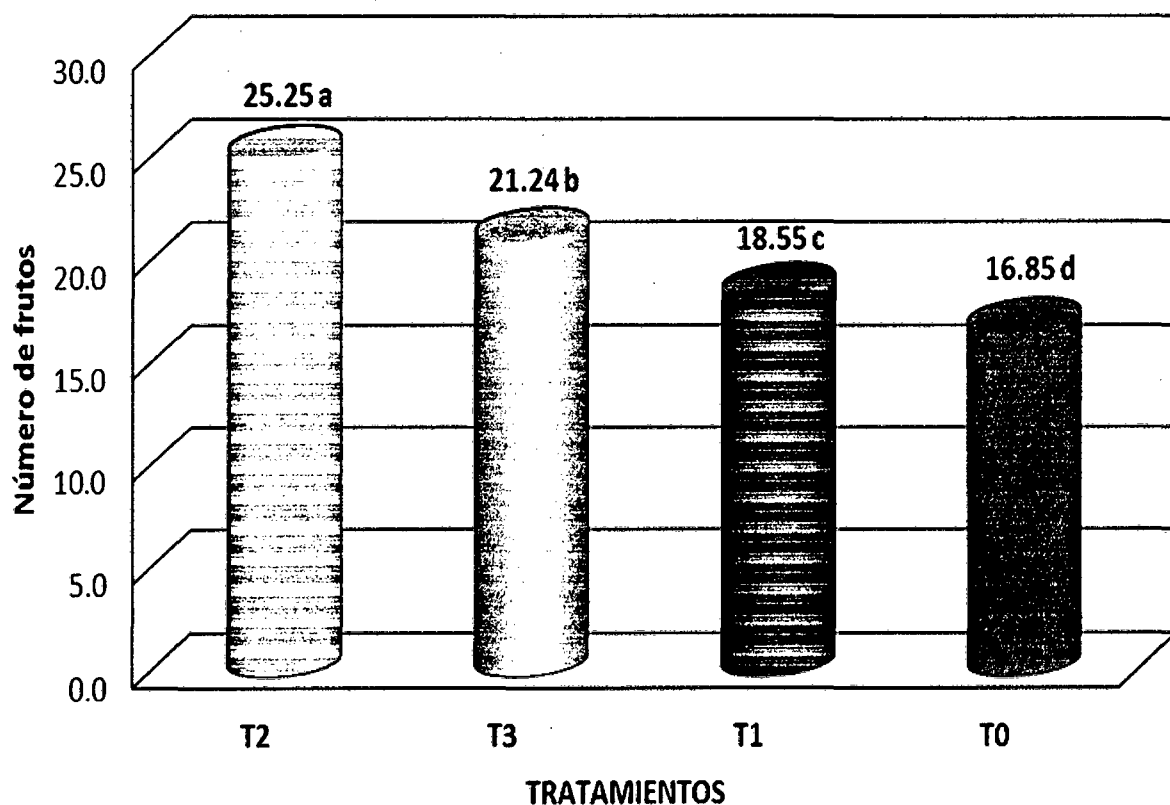
| Fuente de variabilidad    | Suma de cuadrados  | G.L.      | Media cuadrática | F.C.  | Sig. Del P-valor. |
|---------------------------|--------------------|-----------|------------------|-------|-------------------|
| <b>Bloques</b>            | 1.0400688          | 3         | 0.3466896        | 0.51  | <b>N.S.</b>       |
| <b>Tratamientos</b>       | 160.9436688        | 3         | 53.6478896       | 79.01 | <b>**</b>         |
| <b>Error experimental</b> | 6.1112062          | 9         | 0.6790229        |       |                   |
| <b>Total</b>              | <b>168.0949438</b> | <b>15</b> |                  |       |                   |

C.V. = 4.02%

Promedio = 20.47

$R^2 = 96.36\%$

N.S. No significativo; \*\*Altamente significativo ( $P < 0.01$ )



Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

**Gráfico N° 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0.05$ ) para los promedios del número de frutos por planta por tratamientos.**

**5.3. Peso del fruto**

**Cuadro N° 13: ANVA para el Peso del fruto en gramos (g)**

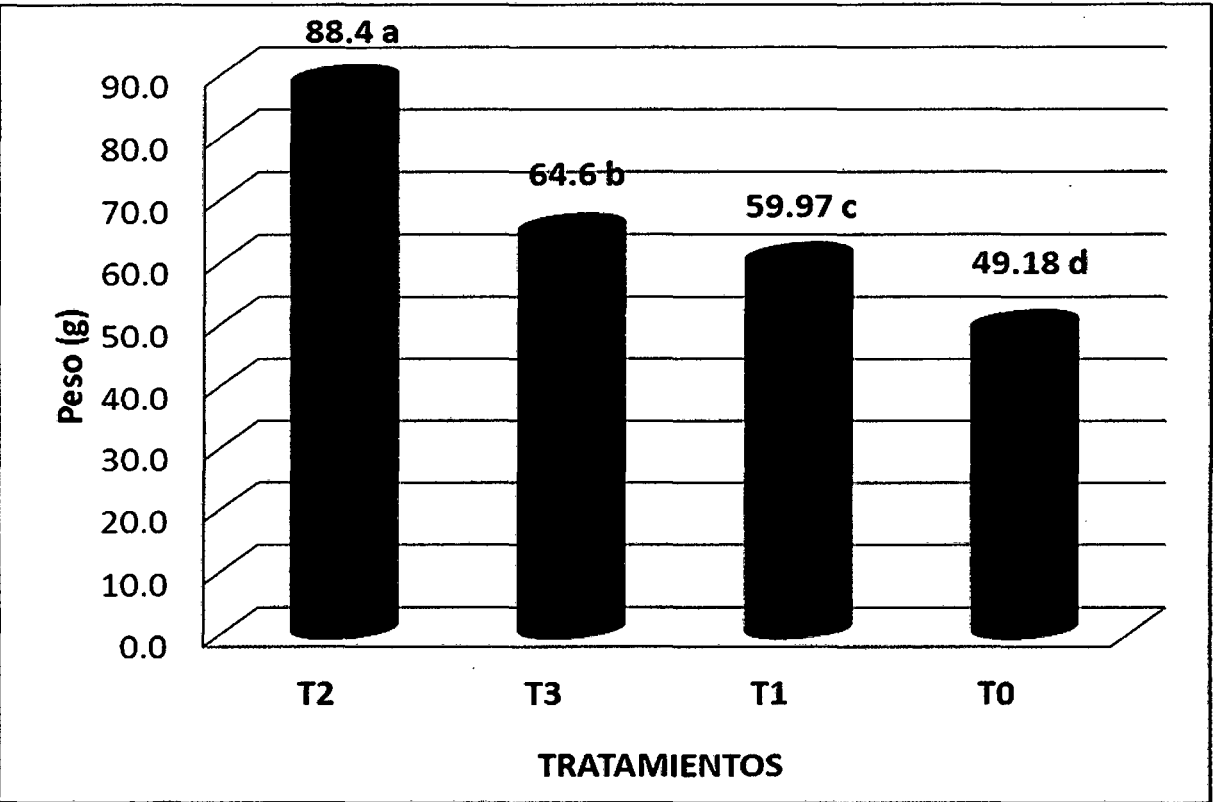
| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C.   | Sig. Del P-valor. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|-------------------|
| Bloques                | 12.681675         | 3    | 4.22725          | 0.96   | N.S.              |
| Tratamientos           | 3294.386675       | 3    | 1098.128892      | 248.11 | **                |
| Error experimental     | 39.834025         | 9    | 4.426003         |        |                   |
| Total                  | 3346.902375       | 15   |                  |        |                   |

C.V. = 3.21%

Promedio = 65.53 g

R<sup>2</sup> =98.80%

N.S. No significativo; \*\*significativo (P<0.01)



Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

**Gráfico N° 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para los promedios del peso en g del fruto por tratamientos.**



5.4. Diámetro del fruto

Cuadro N° 14: ANVA para el Diámetro del fruto en centímetros (cm)

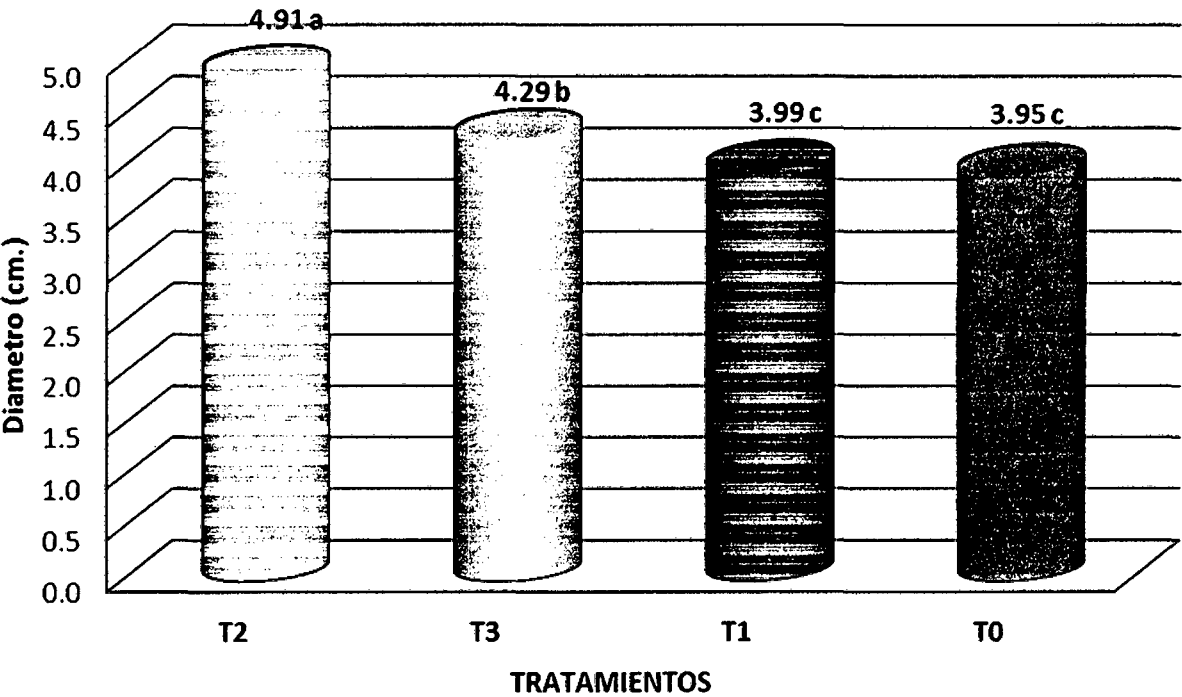
| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C.   | Sig. Del P-valor. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|-------------------|
| Bloques                | 0.028650          | 3    | 0.00955000       | 1.32   | N.S.              |
| Tratamientos           | 2.390550          | 3    | 0.796850         | 110.50 | **                |
| Error experimental     | 0.064900          | 9    | 0.00721111       |        |                   |
| Total                  | 2.484100          | 15   |                  |        |                   |

C.V. = 1.98%

Promedio = 4.28 cm

R<sup>2</sup> = 97.38%

N.S. No significativo; \*\*Altamente significativo (P<0.01)



Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

Gráfico N° 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para los promedios del diámetro del fruto en cm por tratamientos.

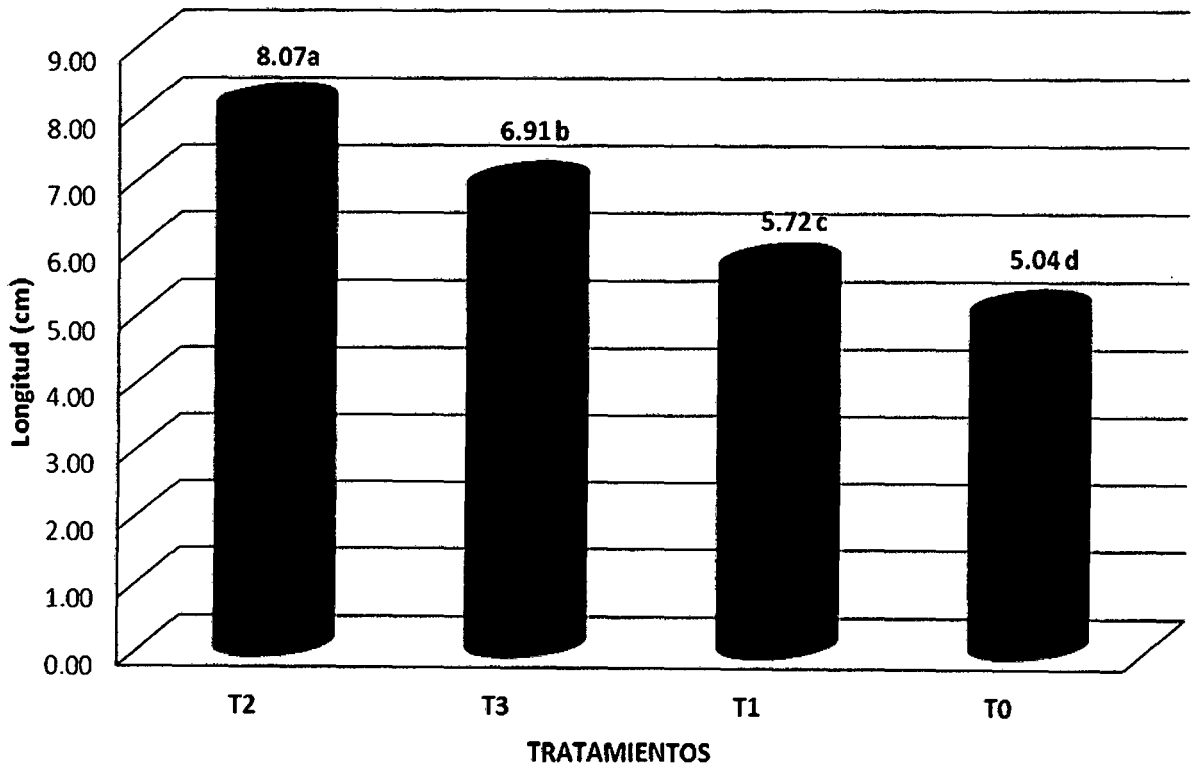
5.5. Longitud del fruto

Cuadro N° 15: ANVA para la Longitud del fruto (cm)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C.   | Sig. Del P-valor. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|-------------------|
| Bloques                | 0.0794250         | 3    | 0.02647500       | 0.43   | N.S.              |
| Tratamientos           | 21.2986250        | 3    | 7.09954167       | 115.77 | **                |
| Error experimental     | 0.55192500        | 9    | 0.06132500       |        |                   |
| Total                  | 21.9299750        | 15   |                  |        |                   |

C.V. = 3.85%                      Promedio = 6.43 cm                      R<sup>2</sup> = 97.48%

N.S. No significativo; \*\*Altamente significativo (P<0.01)



Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

Gráfico N° 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para los promedios de la longitud del fruto en cm por tratamientos.

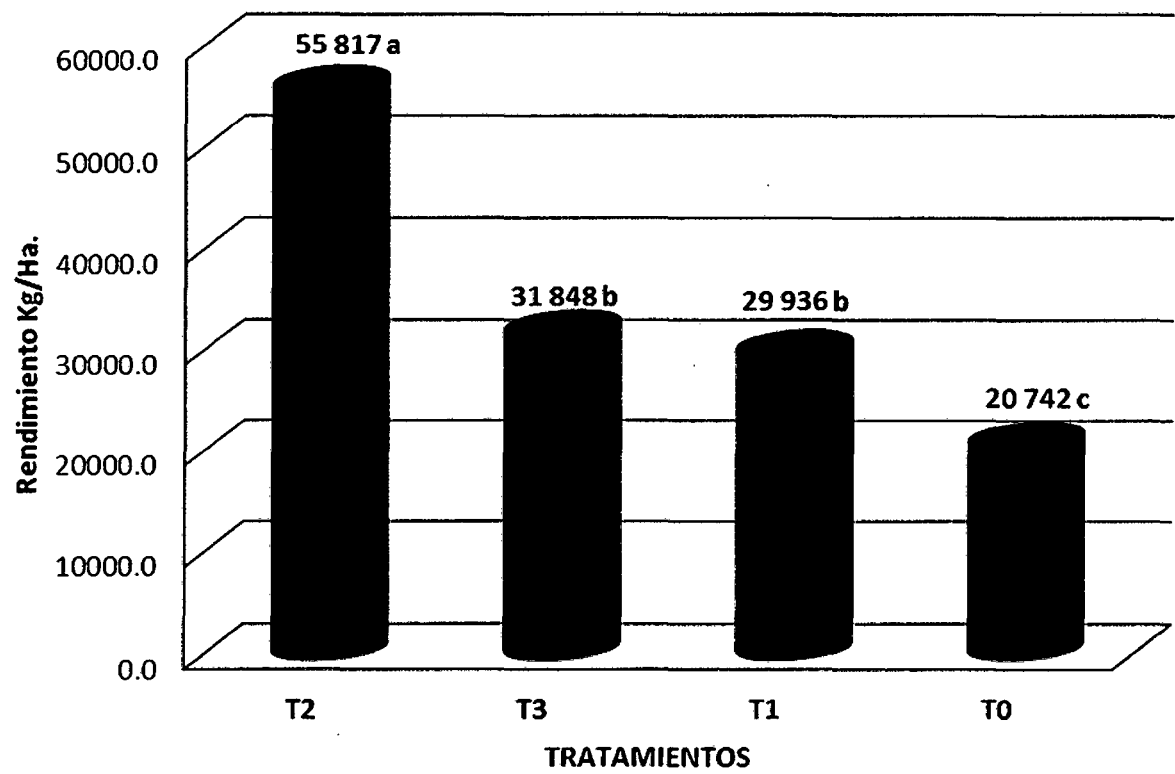
5.6. Rendimiento

Cuadro N° 16: ANVA para Rendimiento en kg/ha

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C.   | Sig. Del P-valor. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|-------------------|
| Bloques                | 505990            | 3    | 168663           | 0.04   | N.S.              |
| Tratamientos           | 2686186566        | 3    | 895395522        | 236.75 | **                |
| Error experimental     | 34037753          | 9    | 3781973          |        |                   |
| Total                  | 2720730309        | 15   |                  |        |                   |

C.V. = 5.62%                      Promedio = 34 585 kg/ha.                      R<sup>2</sup> = 98.75%

N.S. No significativo; \*\*Altamente significativo (P<0.01)



Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

Gráfico N° 7: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para los promedios del rendimiento en Kg/ha por tratamientos

### 5.7. Análisis económico

**Cuadro N° 17: Análisis económico de la producción de tomate.**

| Trats                 | Rdto<br>(kg.ha-1) | Costo de<br>producción<br>(S/.) | Precio de<br>venta x<br>kg (S/.) | Beneficio<br>bruto (S/.) | Beneficio<br>neto (S/.) | B/C  | Rentabilidad<br>(%) |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|------|---------------------|
| T0 (test)             | 20 742,00         | 6 348,60                        | 0,30                             | 6 222,60                 | -126,00                 | 0,98 | -1,98               |
| T1: NPK (200-50-180)  | 29 936,00         | 9,117.50                        | 0.50                             | 14,968.00                | 5,850.50                | 1.64 | 64.17               |
| T2: NPK (240-100-220) | 55 817,00         | 11,212.60                       | 0.50                             | 27,908.50                | 16,695.90               | 2.49 | 148.90              |
| T3: NPK (280-150-260) | 31 848,00         | 11,795.90                       | 0.50                             | 15,924.00                | 4,128.10                | 1.35 | 35.00               |

- El precio de venta al mercado fue determinado en 2 precios: S/. 0.50 el kg para los frutos grandes y a S/ 0.30 el kg para los tomates de segunda categoría.

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1. De la altura de planta

El cuadro 11, muestra en análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta en cm, donde se aprecia que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) de 97.83% indica la alta confiabilidad de este parámetro evaluado y su correspondencia al diseño experimental aplicado, así mismo el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 2.12% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

Por su parte el gráfico 2, muestra la prueba de Duncan para peso del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde se observa que el Tratamiento  $T_2$  (NPK: 240 - 100 - 220), reportó el mayor promedio con 117 cm. de altura de planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260),  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180) y  $T_0$  (testigo) quienes obtuvieron promedios de 108,1 cm, 98,5 cm y 87,7 cm de altura de planta respectivamente. En general asumimos un crecimiento en altura en función al incremento de las dosis del fertilizante granulado a base de NPK.

Podemos observar además que el incremento de la altura de planta en función al testigo fue de 87.65 cm, para los tratamientos  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180) y  $T_2$  (NPK: 240 - 100 - 220) fue de 98,47 cm y 117 cm. Prestando atención al  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260), que no ha seguido un incremento lógico

de crecimiento en altura de planta alcanzando superar al testigo con un 108,14 cm, pero no al promedio alcanzado por el T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220).

T<sub>3</sub> (NPK: 280 - 150 - 260) que tuvo el más alto contenido de NPK cuya altura de planta fue baja con 108,14 cm se puede tratar al desequilibrio que hubo entre los nutrientes debido al exceso de fósforo 150 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, haciendo posible el bloqueo de la asimilación de Ca y K, formando fosfatos de calcio y Magnesio. Para el caso de T<sub>1</sub> (200 - 50 - 180) cuya altura fue 98,47 cm se puede atribuir a los bajos contenidos de nutrientes disponibles en el suelo.

Por otro lado, el hecho de que con el tratamiento T<sub>3</sub> (NPK: 280 - 150 - 260) no haya reportado un promedio mayor de altura de planta que el T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), es debido posiblemente a procesos de antagonismo, el cual consiste en que el aumento por encima de cierto nivel de la concentración de un elemento reduce la absorción de otro. Ejemplos: Na/Ca, K/Mg, Ca/Mg y K, Ca/Fe, Mn, Zn y B, Fe/Mn, N/K. CSRSERVICIOS, 2008).

Por otro lado, el tratamiento T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), tuvo la cantidad de 100 (kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), esta dosis al parecer existió balance entre los nutrientes, esto concuerda con lo dicho por Barahona, (1978) quien indica que la dosificación de N - P - K deben estar en equilibrio, y que el cultivo de tomate requiere de N: 170, P: 25, K: 275 kg/ha para garantizar rendimientos de 30 tn/ha aproximadamente y buena calidad. Esto relacionado con lo que se encontró en el suelo (3.88 - 21.55 - 119.55), más las dosis aplicadas (236.12 - 78.45 -

100.45), han ayudado a encontrar equilibrio entre los nutrientes y estos a su vez ser disponibles para la planta.

Por otra parte, Amacifuen (2012); reporto que obtuvo una altura promedio por planta de 58,57 cm, esto con aplicación localizada de 4tn/ha de humus. A su vez Saavedra (2010), obteniendo una altura promedio por planta de 48,6 cm, esto con aplicación localizada de 10 tn/ha de humus de lombriz. Por su parte Pezo (2000), reporta que obtuvo una altura de 91,5 cm.

Es evidente que la altura de planta obtenido por el tratamiento T<sub>1</sub> (NPK: 200 - 50 - 180), es similar a los resultados obtenidos en otras investigaciones. Por otra parte, la superioridad obtenida por el T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), frente a los tratamientos aplicados como humus de lombriz y dosis de nutriumico, se puede atribuir al hecho, que la aplicación localizada de N-P-K como sustrato, ha brindado mejores condiciones para el desarrollo de la planta en altura.

## **6.2. Del número de frutos por planta**

El cuadro 12, muestra en análisis de varianza (ANVA) para el número de frutos por planta, donde se obtuvo una diferencia altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos evaluados. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) de 96.36% muestra una alta confiabilidad en el análisis de los datos para este parámetros evaluado según el diseño experimental aplicado y confirma que el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de NPK) sobre el número de frutos por planta (variable dependiente), así mismo el

Coeficiente de Variabilidad (C.V), de 4.02% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

Por su parte el gráfico N° 3, muestra la prueba de rango múltiple de Duncan para el número de frutos por planta, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde el tratamiento  $T_2$  (NPK: 240 - 100 - 220), obtuvo 25,25 frutos en promedio y supero a los tratamiento  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260) y  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180) con 21,24 y 18,55 frutos en promedio respectivamente el tratamiento  $T_0$  (testigo), alcanzó un valor de 16,85 frutos en promedio por planta, siendo el más bajo obtenido.

En el caso del  $T_0$  (testigo), al no tener los nutrientes necesarios para el cultivo produjo solo 16,85 frutos/plantas, resultando pequeños y baja calidad. Por otra parte el tratamiento  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260), con 21,24 frutos/plantas respectivamente, donde la dosis de fósforo con 150 kg/ha/ $P_2O_5$ , fueron excesivas por lo cual no lograron producir mayor número de frutos, debido al desequilibrio de los nutrientes. Esto ser atribuido a que al aplicar dosis alta de fósforo hubo un desbalance entre los principales nutrientes N, P, K (Barahona, 1978).

Por otra parte, Amacifuen (2012); reporto un rendimiento de 16,85 frutos por planta, esto con aplicación localizada de 4tn/ha de humus. A su vez Saavedra (2010), obteniendo un rendimiento de 9,23 frutos por planta, esto con aplicación localizada de 10 tn/ha de humus de lombriz.



La superioridad obtenida por el T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), con un rendimiento de 25,25 frutos por planta, frente a los tratamientos aplicados como humus de lombriz y dosis de nutriúmico, se puede atribuir al hecho, que la aplicación localizada de N-P-K como sustrato, ha brindado mejores condiciones para el mayor número de frutos por planta.

### **6.3. Del peso del fruto**

El cuadro 13, muestra en análisis de varianza (ANVA) para el peso del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica muy bien en 98.80% el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de NPK) sobre el peso del fruto (variable dependiente), así mismo el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 3.21%, se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

Por su parte el gráfico 4, muestra la prueba de Duncan para peso del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), obtuvo 88,4 g en promedio superando a los tratamientos T<sub>1</sub> (NPK: 200 - 50 - 180) y T<sub>3</sub> (NPK: 280 - 150 - 260), con 64,6 y 59,97 g respectivamente, el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo), obtuvo el más bajo promedio con 49,18 g de peso.

Por otro lado, el tratamiento T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), tuvo la cantidad de 100 (kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), esta dosis al parecer existió balance entre los nutrientes, esto concuerda con lo dicho por Barahona, (1978) quien indica que la dosificación

de N - P - K deben estar en equilibrio, y que el cultivo de tomate requiere de N: 170, P: 25, K: 275 kg/ha para garantizar rendimientos de 30 tn/ha aproximadamente y buena calidad. Esto relacionado con lo que se encontró en el suelo (3.88 - 21.55 - 119.55), más las dosis aplicadas (236 - 78.45 - 100.45), han ayudado a encontrar equilibrio entre los nutrientes y estos a su vez ser disponibles para la planta.

En cuanto al T<sub>1</sub> (NPK: 200 - 50 - 180), que obtuvo un peso de 64,55 g, se puede atribuir a que hubo menor disponibilidad, ya que tenía solo 50 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En el caso del T<sub>0</sub> (Testigo) se puede considerar que el menor peso encontrado está relacionado a la falta de fósforo y nitrógeno que necesita el cultivo para el desarrollo óptimo ya que dentro del suelo se encontraba solo 3.88 kg/ha/N.A, 21.55 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 119.55 kg/ha/K<sub>2</sub>O, siendo insuficientes para el cultivo, ya que el suelo presentó deficiencias en el abastecimiento de nutrientes.

Para el caso del T<sub>3</sub> (NPK: 280 - 150 - 260) contrariamente, el menor peso de frutos puede ser explicado por el desbalance entre los nutrientes producido por el exceso de fósforo (150 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), considerando lo reportado por Barahona, (1978), quien afirma que en la producción, los frutos pueden presentar problemas de peso debido al exceso de nutrientes, ya que puede crear problemas de esterilidad en las flores y por ende crecimiento anómalo de los frutos.

#### **6.4. Del diámetro del fruto**

El cuadro N° 14, muestra en análisis de varianza (ANVA) para el diámetro del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos evaluados. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica muy bien en 97.38% el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de NPK) sobre el diámetro del fruto (variable dependiente), así mismo el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 1.98% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

Por su parte el gráfico 5, muestra la prueba de Duncan para diámetro del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde el tratamiento  $T_2$  (NPK: 240 - 100 - 220) alcanzó el mayor promedio con 4,91 cm de diámetro del fruto, siendo estadísticamente superior al tratamiento  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260), quien reportó un promedio de 4,29 cm de diámetro y superando estadísticamente a los tratamientos  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180) y  $T_0$  (testigo), quienes obtuvieron promedios de 3,99 cm y 3,95 cm de diámetro del fruto respectivamente, siendo estadísticamente similares.

La evaluación de esta variable también nos permitió detectar que el incremento en el diámetro del fruto estuvo en función a la aplicación de las dosis del fertilizante granulado a base de N-P-K, no evidenciándose un incremento en función al incremento de las dosis de aplicación.

En cuanto al tratamiento  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260), mostró menor número de diámetro con 4,29 cm respectivamente se puede explicar lo siguiente, fue debido a la excesiva aplicación de fósforo ( $150 \text{ kg/ha/P}_2\text{O}_5$ ), que trajo consigo el desbalance de nutrientes en el suelo con la abundancia de fósforo, minimizando la absorción de K, Ca, etc.

En lo que respecta al  $T_0$  (testigo) mostró insuficiencias en los parámetros evaluados por la falta de nutrientes disponibles que no proporcionaba el suelo por tratarse de suelos ácidos y pobres en nutrientes esenciales como P, K, Ca que son indispensables en el cultivo de tomate, de esta manera la planta estuvo afectada significativamente en su desarrollo fisiológico.

En cuanto al tratamiento  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180), que obtuvo un diámetro de 3,99 cm, se puede atribuir a que hubo menor disponibilidad, ya que tenía solo  $50 \text{ kg/ha/P}_2\text{O}_5$ .

Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores de (NPK: 240 - 100 - 220) Kg/ha no han reportado necesariamente incremento en el diámetro promedio del fruto.

## **6.5. De la longitud del fruto**

El cuadro N° 15, muestra en análisis de varianza (ANVA) para la longitud del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos evaluados. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica muy bien en 97.48% el efecto que han ejercido los tratamientos

estudiados (Dosis de NPK) sobre la longitud del fruto (variable dependiente), así mismo el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 3.85% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

Por su parte el gráfico N° 6, muestra la prueba de Duncan para la longitud del fruto, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde el tratamiento  $T_2$  (NPK: 240 - 100 - 220) alcanzó el mayor promedio con 8,07 cm de longitud del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260),  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180) y  $T_0$  (testigo) quienes reportaron promedios de 6,91 cm, 5,72 cm y 5,04 cm de longitud del fruto respectivamente.

En el caso del tratamiento  $T_0$  (testigo), que reportó 5,04 cm de longitud de fruto, se puede considerar que la menor longitud está relacionado a la falta de nitrógeno, fósforo y potasio que necesita el cultivo para su desarrollo óptimo, ya el suelo presentó deficiencias en el abastecimiento de nutrientes.

En cuanto al tratamiento  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180), que obtuvo 5,72 cm de longitud de fruto, se puede atribuir que hubo menor disponibilidad ya que tenía solo 50 kg/ha/ $P_2O_5$ .

En cuanto al tratamiento  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260), mostró menor longitud de fruto con 6,91 cm respectivamente se puede explicar lo siguiente, fue debido a la excesiva aplicación de fósforo (150 kg/ha/ $P_2O_5$ ), que trajo consigo el

desbalance de nutrientes en el suelo con la abundancia de fósforo, minimizando la absorción de K, Ca, etc.

#### **6.6. Del rendimiento en $\text{kg.ha}^{-1}$**

El cuadro N° 16, muestra en análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento, donde se aprecia la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos evaluados. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) explica muy bien en 99.87% el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de NPK) sobre el rendimiento (variable dependiente), así mismo el Coeficiente de Variabilidad (C.V) con 5.62% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

Por su parte el gráfico N° 7, muestra la prueba de Duncan para el rendimiento, donde se aprecia la existencia de diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde el tratamiento  $T_2$  (NPK: 240 - 100 - 220) alcanzó el mayor promedio con 55 817,0  $\text{kg.ha}^{-1}$  de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos  $T_3$  (NPK: 280 - 150 - 260),  $T_1$  (NPK: 200 - 50 - 180) y  $T_0$  (testigo) quienes lograron promedios de 31 848,0  $\text{kg.ha}^{-1}$ , 29 936,0  $\text{kg.ha}^{-1}$  y 20 742,0  $\text{kg.ha}^{-1}$  de rendimiento respectivamente.

Para el caso del tratamiento  $T_0$  (testigo), que obtuvo un rendimiento de 20 742,0  $\text{kg.ha}^{-1}$  mostró insuficiencias en los parámetros evaluados por la falta de nutrientes disponibles que no proporcionaba el suelo por tratarse de suelos ácidos y pobres en nutrientes como N, P, K, Ca que son indispensables en el cultivo de tomate, de esta manera la planta estuvo

afectada significativamente en su desarrollo fisiológico. Se puede considerar que el menor rendimiento encontrado está relacionado a la falta de fósforo y nitrógeno que necesita el cultivo para el desarrollo óptimo ya que dentro del suelo se encontraba solo 3.88 kg/ha/N.A, 21.55 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 119.55 kg/ha/K<sub>2</sub>O, siendo insuficientes para el cultivo, ya que el suelo presentó deficiencias en el abastecimiento de nutrientes.

En cuanto al tratamiento T<sub>1</sub> (NPK: 200 - 50 - 180), que obtuvo un rendimiento de 29 936,0 kg.ha<sup>-1</sup>, se puede atribuir a que hubo menor disponibilidad y estuvo por debajo del requerimiento del cultivo ya que tenía solo 50 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Para el caso del tratamiento T<sub>3</sub> (NPK: 280 - 150 - 260), que obtuvo un rendimiento de 31 848,0 kg.ha<sup>-1</sup>, por contener dosis alta de 150 kg/ha/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tuvo problemas de exceso de fósforo desbalanceando los nutrientes, disminuyendo el rendimiento por la pérdida de frutos, menor tamaño y peso.

Por otra parte, Amacifuen (2012); reporto que obtuvo un mayor rendimiento de 19 110 kg/ha, esto con aplicación localizada de 4tn/ha de humus. A su vez Saavedra (2010), obteniendo un rendimiento promedio de 18 550 kg/ha.

Es evidente que la altura de planta obtenida por el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo), que obtuvo un rendimiento de 20 742,0 kg.ha<sup>-1</sup> es similar a los resultados obtenidos en otras investigaciones. Por otra parte, la superioridad obtenida por el T<sub>2</sub> (NPK: 240 - 100 - 220), con rendimiento de 55 817,0 kg/ha, frente a

los tratamientos aplicados como humus de lombriz y dosis de nutriumico, se puede atribuir al hecho, que la aplicación localizada de N-P-K como sustrato, ha brindado mejores condiciones para el rendimiento.

Esto nos lleva a concluir que el N-P-K, en las dosis aplicadas que para el caso del trabajo de investigación fue (NPK: 240 - 100 - 220), ayudaron significativamente a obtener los mejores frutos y mayores rendimientos del cultivo.

#### **6.7. Del análisis económico de los tratamientos estudiados**

En el análisis económico de los tratamientos (cuadro 17), se presentan los tratamientos, rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$ , costos de producción (S/.) precio actual en mercado por kilogramo de producto (S/.), beneficio bruto y neto (S/.) y la relación Beneficio / Costo obtenido por tratamiento. Se ha considerado el precio actual al por mayor en el mercado local calculado en S/ 0.30 nuevos soles por kg de tomates de tamaño pequeño y S/. 0.50 nuevos soles por kg de tomates más grandes.

Se observa que solamente los tratamientos con dosis de NPK: 200 - 50 - 180 ( $T_1$ ), arrojaron valores C/B superiores a 1, por lo que obtuvieron ganancias reflejadas en los beneficios netos. Siendo el tratamiento  $T_2$  NPK: 240 - 100 - 220, el que obtuvo el mayor B/C con 2,49 y un beneficio neto de S/. 16 695,90 por hectárea, seguido de los tratamientos  $T_1$  NPK: 200 - 50 - 180 y  $T_3$  NPK: 280 - 150 - 260 quienes obtuvieron valores B/C de 1,64 y 1,35 con beneficios netos de S/. 5 850,50 y S/. 4 128,10 respectivamente. El tratamiento  $T_0$



(testigo) reportaron valores de B/C de 0,98 con beneficios netos negativos de S/. -126,00 respectivamente.

El cultivo de tomate es uno de los cultivos delicados dentro de las hortalizas, de esta manera el manejo debe realizarse de la mejor manera. En el cuadro 17 del análisis económico, se observa que los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  con dosis de N-P-K (200-50-180, 240-100-220 y 280-150-260), según lo evaluado resultaron ser rentables económicamente por cada sol invertido.

Al mismo tiempo observamos que el tratamiento  $T_0$  (testigo) sin N-P-K, mostró pérdidas, siendo de esta manera no rentable debido a que en la relación beneficio costo muestra pérdidas de 0,98 este tratamiento no mostró rentabilidad adecuada para el productor.

## VII. CONCLUSIÓN

En base a los objetivos planteados en el experimento hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 7.1. Al evaluar el efecto de tres dosis de N-P-K, se determinó que la dosis con una aplicación de NPK: 240 - 100 - 220 ( $T_2$ ) se obtuvo los mejores resultados agronómicos en rendimiento con 55 817,0 kg.ha<sup>-1</sup>, longitud del fruto con 8,07 cm, diámetro del fruto con 4,91 cm, peso del fruto con 88,4 g y altura de planta 117,0 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos.
- 7.2. La mejor respuesta al Fósforo en cuanto al rendimiento total y calidad del fruto, se obtiene al aplicar 100 kg/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.
- 7.3. En cuanto al Potasio, los rendimientos obtenidos tienden a mantenerse o disminuir cuando aplicamos 220 kg.ha<sup>-1</sup> de este nutrimento, en suelos que contienen 0.079 meq/100 g de potasio.
- 7.4. El Tratamiento  $T_0$  (testigo) obtuvo los promedios más bajos con 20 742,0 Kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, longitud del fruto con 5,04 cm, diámetro del fruto con 3,95 cm, peso del fruto con 49,18 g y altura de planta 87,7 cm.
- 7.5. El tratamiento  $T_2$  NPK: 240 - 100 - 220 obtuvo el mayor B/C con 2,49 y un beneficio neto de S/. 16 695,90 por hectárea, seguido de los tratamientos  $T_1$  NPK: 200 - 50 - 180 y  $T_3$  NPK: 280 - 150 - 260, quienes obtuvieron valores B/C de 1,64 y 1,35 con beneficios netos de S/. 5 850,50 y S/. 4 128,10 respectivamente. El tratamiento  $T_0$  (testigo) reportó valores de B/C de 0,98 con beneficios netos negativos de S/. - 126,00 respectivamente.

## VIII. RECOMENDACIÓN

Luego de concluir sobre los resultados obtenidos, se recomienda para las condiciones agroecológicas del sector donde se desarrolló el presente trabajo de investigación, lo siguiente:

- 8.1. Utilizar la aplicación de fertilizantes, bajo una dosis de NPK: 240 - 100 - 220 en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en la variedad Río Grande.
- 8.2. Estudiar las correlaciones de los efectos de la fertilización de NPK, en diferentes variedades de tomate en otras condiciones edafoclimáticas.
- 8.3. Validar la información obtenida con investigación futuras que impliquen el estudio de cada uno de los tratamientos estudiados en dosis diferentes.
- 8.4. Se recomienda hacer la evaluación en los próximos trabajos de variables como ataque de plagas o enfermedades de estas mismas dosis empleadas.

## IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. **ABDALIA, A. & ANA VERKERK. 1970.** Groth flowering and fruiting in tomatoes in relacion to temperature cycocel and GA (gibberellic acid). Neth J. Agrz. Sci. 18 (2): 105-110.
2. **ADAMS, P. (1986).** Mineral nutrition. In the tomato crop, Por Atherton, J. G. y Rudich (eds) Chapman and hall pp. 230-234.
3. **AMACIFUEN, J. (2012).** Respuesta a la aplicación de dosis de roca fosfórica con humus de lombriz en el cultivo de tomate var. "Río Grande", en un suelo ácido del fundo Aucaloma de la UNSM - LAMAS.
4. **ANDERLINI R. 1976** "El cultivo del tomate". Ediciones Mundi Prensa, Primera edición. Madrid España.
5. **BARAHONA, R. (1978).** Estudio de costos y producción en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) con diferentes niveles de fertilización foliar y fertilización al suelo.
6. **BENNETT, F. 1996.** "Nutrient, deficiencias and toxicities in crop plants. American Phytopatological Society. USA - Norte América.
7. **BIDWELL, S. (1986).** Fisiología Vegetal. Primera edición en español. A.G.T. Editor, S.A. México,D.F.
8. **CÁCERES, E. (1980).** "Producción de hortalizas". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José de Costa Rica.
9. **CALDERÓN, F. (2002).** "Requerimientos Nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la sábana de Bogotá" Calderon laboratorios Ltda. Bogotá – Colombia.
10. **CÁRDOZA, H. CHAILLOUX, M y NUÑEZ, A 1984.** "Consumo y dinámica de la absorción de los nutrientes NPK en tomate campbell 28. II Seminario

Científico Técnico Estación Experimental de Nutrición Vegetal. "La Renee".  
La Habana- Cuba.

11. **CALZADA, J. (1982).** "Métodos estadísticos para la investigación". Editorial Milagros S.A. Lima –Perú. 664 p.
12. **CENTRO DE DOCUMENTACION E INFORMACIONAL REGIONAL – CEDIR.**  
**2004.** "Ficha Técnica". Piura – Perú.
13. **CSRSERVICIOS, (2008).** Análisis foliares. Invierno 2008.  
[www.csrservicios.es](http://www.csrservicios.es) [laboratorio@csrservicios.es](mailto:laboratorio@csrservicios.es)
14. **CORNEJO M., C,R 2002** "Fisiología de cultivos" Documento elaborado con fines de enseñanzas. Profesor Principal T.C de la Facultad de Agronomía de la UNICA.
15. **CUADRA Y RAMOS. (2002).** *"Efecto de diferentes niveles de NPK en el comportamiento Agronómico del Tomate, en el Valle de Sebaco. Nicaragua"*.  
TESIS. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua. Pág. 10.
16. **DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA (DIGETA). 1978.** "El cultivo de tomate N° 3".Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria de México.
17. **DOMÍNGUEZ, V. 1984** "Tratado de fertilización" Editorial mundi-Prensa Madrid-España.
18. **DOMÍNGUEZ, A. (1989).** "Tratado de fertilización". 2º edición revisada y ampliada – Madrid.
19. **Edmon, E; T.L. Senn, and F.S. Andrews. (1984).** Principios de horticultura. 7ma. edición. Editorial Continental, S.A, México, D.F.
20. **EDMOND, J. (1988).** "Principios de horticultura". Compañía Editorial Continental S.A. México DF.

21. **FEDERACION NACIONAL DE CAFETALEROS DE COLOMBIA (FNCC). 1990.**  
"El cultivo del tomate". Colombia.
22. **GABER, B; WIEBE, W. (1997).** Enfermedades del tomate. Guía Práctica para Agricultores. Peto Seed Company, 61 páginas.
23. **GIACONI, Y. ESCAFF, M. 1997** "Cultivo de hortalizas" Editorial Universitaria. Santiago de Chile.
24. **HOLDRIDGE (1975).** "Ecología Basada en las Zonas de Vida". San José – costarricense. IICA. Pág. 250.
25. **ISHIZUKA, V. (1978).** Nutrient deficiencies of crops. ASPAC. 14 wenchow street, Taipei Taiwan, Republic of China.
26. **MAROTO, J. 1992.** "Horticultura herbácea especial". Ediciones Mundi Prens. Madrid-España.
27. **MATHERON M. (2008).** "Fusarium wilt of leafy greens: Managing a challenging disease". PDT. The University of Arizona. Yuma Agricultural Center. Pág. 2.
28. **MENEZES, J. 1992.** "Producción de tomate en América Latina y el Caribe. FAO. Santiago-Chile.
29. **MUÑOZ, A. (1995).** Fertilización del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Colombia. En: Memorias del Seminario sobre fertilización de cultivos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo. Comité Regional de Antioquía pág. 56 – 75.
30. **NUEZ, A.G. (1995).** "EL cultivo del tomate". Ediciones Mundi-rensa. 946: (55-61-115).
31. **PEZO, R. (2000).** Comparativo de diferente sistema de Tutoraje en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en el Bajo Mayo UNSM – FCA – Tarapoto – Perú.

32. **RODRÍGUEZ, TABARES Y ALAMO. (1990).** "Actualización del cultivo de tomate en gran Canaria. Agrícola Vergel. Dic.
33. **RODRÍGUEZ, S.F. (1989).** Fertilizantes y nutrición vegetal. AGT editor S.A.
34. **ROJAS, J. y ROBLES, A. (1971).** "Aplicación de fitohormonas y herbicidas en tomate". Turrialba Costa Rica. Pág. 21, 169, 172.
35. **ROSENSTEIN, E. (1992).** "*Diccionario de Especialidades Agropecuarias*".
36. **SAAVEDRA, H. (2010).** Efecto de cinco dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), en suelos ácidos, sector Aucasoma – San Martín – Perú.
37. **SARAVIA, F. 2004** "Elaboración de curvas de absorción de nutrientes para la variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Alboran bajo condiciones de invernadero en Zamorano, Honduras". Honduras.
38. **Tisdale, S. y W .Nelson, (1991).** Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1a. reimpresión. Edit. Limusa UTEHA Unión Tipográfica Hispano Americana, S.A. de C.V.; México.
39. **UNIVERSIDAD DE CHILE 1986.** "Recopilación de datos útiles en horticultura". Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Agrícola. Chile.
40. **VALADEZ, A. 1997** "Producción de hortalizas" UTEHA, Noriega Editores-México.
41. **VAN HAEFF, J. 1987.** "Tomates manuales para educación agropecuaria". Área Producción vegetal. Editorial Trillas. México D.F.
42. **VAN HAEFF, N. (1988).** "Tomates", *Manuales para educación agropecuaria*.

### **Linkografías visitadas**

<http://www.agroestrategias.com/pdf/Nutricion%20%20Conceptos%20Basicos%20en%20Nutricion%20Vegetal.pdf>

<http://www.molinos.com.pe>



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Respuesta de la fertilización en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en la variedad Río Grande en función al rendimiento de siembra en la provincia de Lamas - San Martín - Perú", tuvo como objetivo específico de evaluar el efecto de tres dosis de NPK, en el rendimiento del cultivo de tomate, así como de determinar la dosis de NPK, que permita el mejor desarrollo de la planta y el mayor rendimiento del cultivo. Se utilizó una investigación cuantitativa, aplicándose un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y un testigo absoluto con 4 repeticiones por tratamiento, los tratamientos fueron: Testigo  $T_0$ : sin NPK,  $T_1$ : NPK: 200-50-180,  $T_2$ : NPK: 240-100-220,  $T_3$ : NPK: 280-150-260. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de frutos por planta, peso del fruto, diámetro del fruto, longitud del fruto, rendimiento  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  y análisis económico. Las conclusiones más relevantes fueron: La mayor altura de planta se logró con los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  con 117 cm y 108,1 cm. El tratamiento  $T_2$  obtuvo el mayor diámetro del fruto con 4,91 cm, longitud del fruto alcanzó el mayor promedio con 8,07 cm y de igual forma el rendimiento que obtuvo el  $T_2$  fue de 55 817,0  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , seguido del  $T_3$  con 31 841,0  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  siendo los tratamientos que mejores respuestas presentaron. Los tratamientos con dosis de NPK: 200 - 50 - 180 ( $T_1$ ), arrojaron valores C/B superiores a 1, por lo que obtuvieron ganancias reflejadas en los beneficios netos. Siendo el tratamiento  $T_2$  NPK: 240 - 100 - 220, el que obtuvo el mayor B/C con 2,49 y un beneficio neto de S/. 16 695,90 por hectárea, seguido de los tratamientos  $T_1$  NPK: 200 - 50 - 180 y  $T_3$  NPK: 280 - 150 - 260, quienes obtuvieron valores B/C de 1,64 y 1,35 con beneficios netos de S/. 5 850,50 y S/. 4 128,10 respectivamente. El tratamiento  $T_0$  (testigo) reportaron valores de B/C de 0,98 con beneficios netos negativos de S/. -126,00 respectivamente.

**Palabras Claves:** NPK, variedad, Río Grande, dosis, aplicación, bloques, rendimiento, beneficio costo.

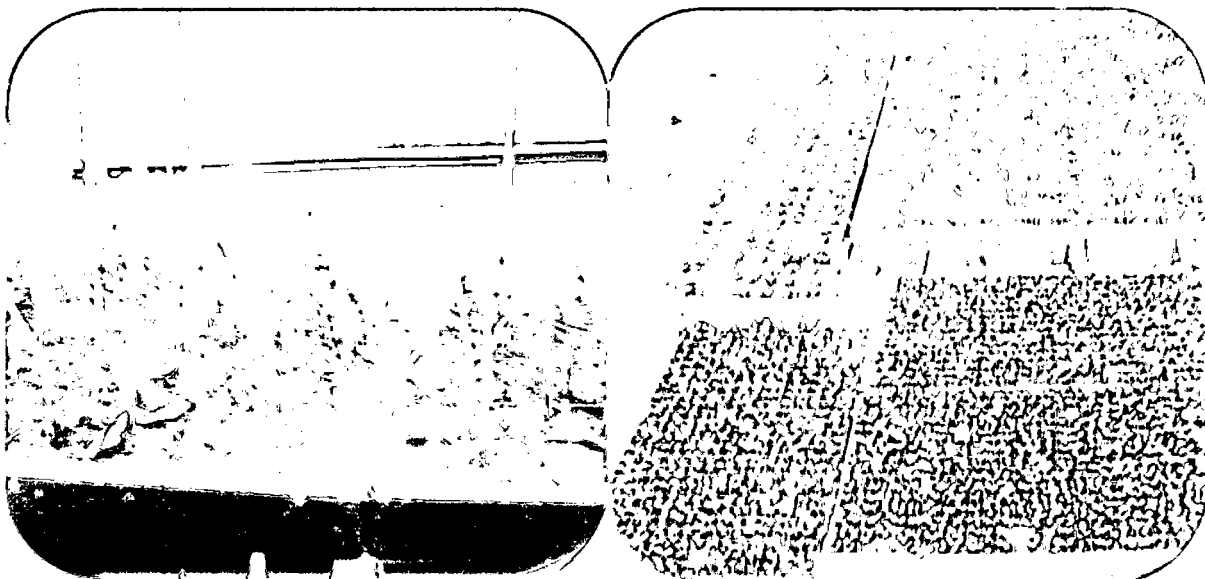
## SUMMARY

The present research work entitled "response of fertilization in the cultivation of tomato (*Lycopersicon esculentum*), in the Rio Grande variety depending on the performance of sows in the province of Lamas, San Martin - Peru", had the purpose of evaluating the effect of three doses of NPK in tomato crop yield, as well as determine the dosage of NPK, enabling the best development of the plant and the highest yield of the crop. We used a quantitative research, applying a design of blocks totally at random (DBCA), with 4 treatments and an absolute control with 4 replications per treatment, the treatments were: witness  $T_0$ : without NPK,  $T_1$ : NPK: 200-50-180,  $T_2$ : NPK: 240-100-220,  $T_3$ : NPK: 280-150-260. The variables evaluated were: plant height, number of fruits per plant, weight of fruit, the fruit diameter and length of the fruit,  $\text{kg.ha}^{-1}$  performance and economic analysis. The most relevant conclusions were: greater plant height was achieved with  $T_2$  and  $T_3$  treatments with 117 cm and 108,1 cm. Treatment  $T_2$  was awarded the largest diameter of the fruit with 4,91 cm, length of the fruit reached the highest average with 8,07 cm and similarly yield obtained the  $T_2$  was 55 817,0  $\text{kg.ha}^{-1}$ , followed by the  $T_3$  with 31 841,0  $\text{kg.ha}^{-1}$  being the treatments that best answers presented. Treatments with doses of NPK: 200 - 50-180 ( $T_1$ ), returned values C/B greater than 1, so obtained gains reflected in net profit. Being NPK treatment  $T_2$ : 240 - 100 - 220, which had the highest B/C with 2,49 and a net profit of S /. 16 695,90 per hectare, followed by NPK treatments  $T_1$ : 200 - 50 - 180 and  $T_3$  NPK: 280 - 150-260, who obtained values B/C of 1,64 and 1,35 with net profit of S /. 5 850,50 and S /. 4 128,10 respectively. The  $T_0$  (control) treatment reported values of B/C of 0,98 with negative net profit of S /. -126.00 Respectively.

Keywords: NPK, variety, Rio Grande, dosage, application, blocks, performance, cost benefit.

**ANEXOS**

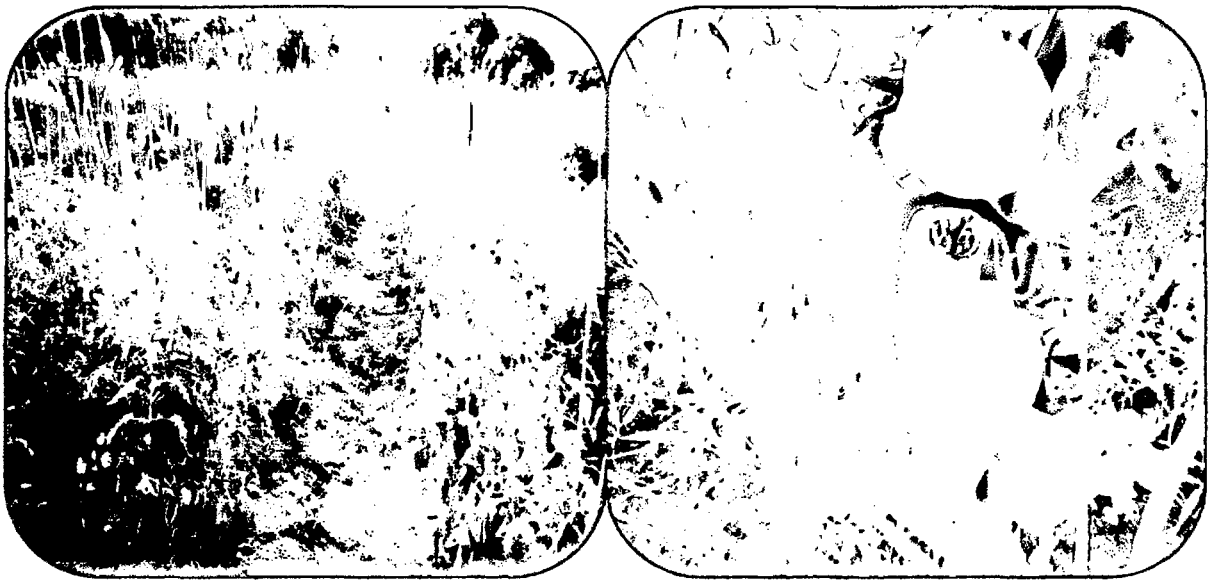
## **Anexo 1: Fotos de las plantaciones de tomates**



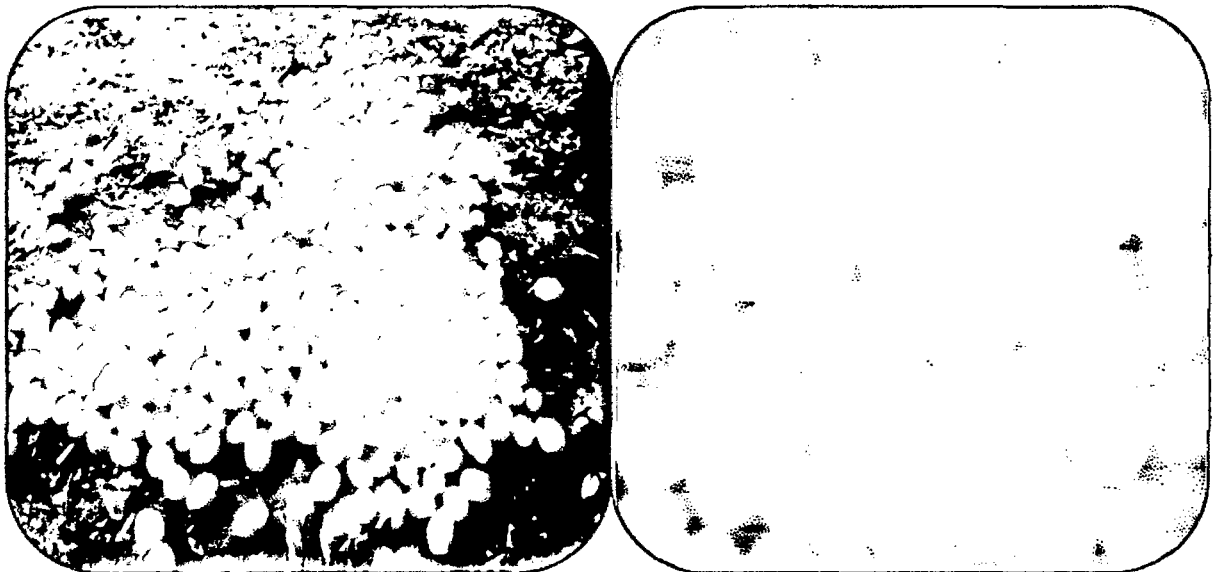
**Fotos 1 y 2: Almacigo de tomate variedad Río Grande**



**Fotos 3 y 4: Trasplante y abonamiento**

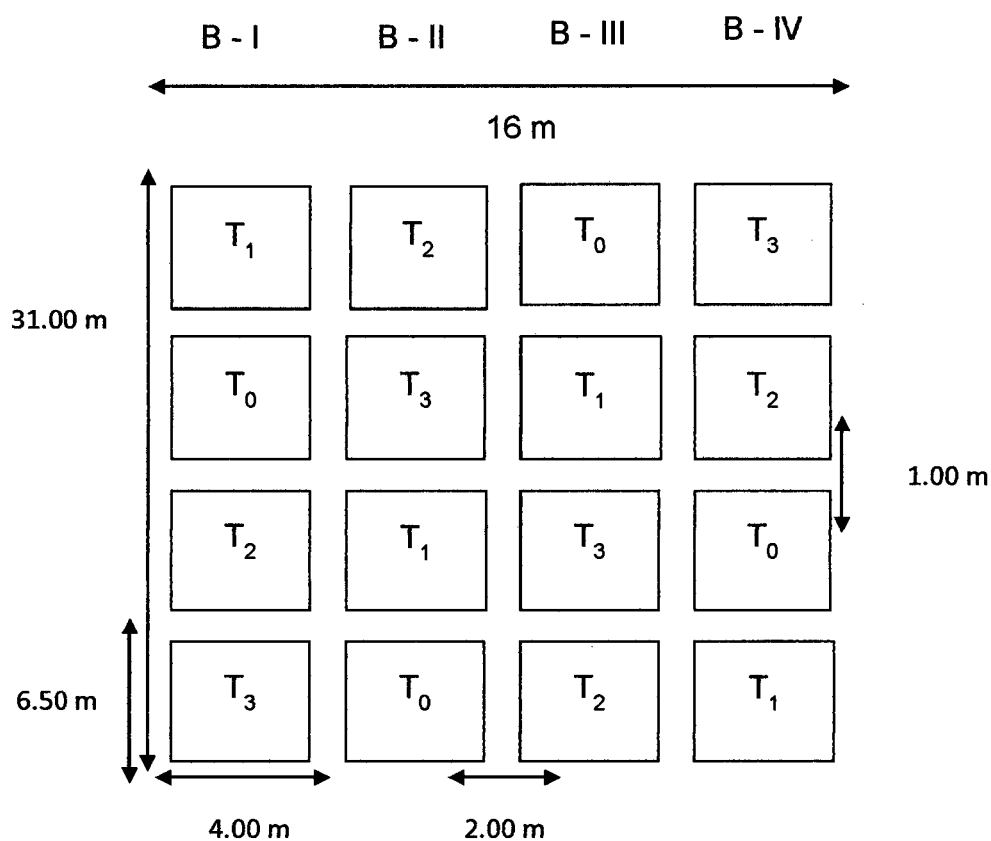


**Fotos 5 y 6: Parcelas con frutos**



**Fotos 7 y 8: Cosecha del Tomate**

**Anexo N° 9: Diseño del campo Experimental**



**Anexo N° 10: Análisis físico y químico del suelo del Fundo Hortícola “El Pacífico”.**

| N° M | Análisis Físico |       |       |                |      |                 |        | Elementos Disponibles |         |         | CIC   | Análisis Químico (meq/100g) |                  |                 |                |                   |        |              |
|------|-----------------|-------|-------|----------------|------|-----------------|--------|-----------------------|---------|---------|-------|-----------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------|--------------|
|      | Textura         |       |       | Clase Textural | pH   | C.E. (Mmhos/cc) | % M.O. | % N                   | P (ppm) | K (ppm) |       | Ca <sup>++</sup>            | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | Al + H | % Sat. de Al |
|      | % Are           | % Arc | % Lim |                |      |                 |        |                       |         |         |       |                             |                  |                 |                |                   |        |              |
| M1   | 58.4            | 18.4  | 26.8  | FA             | 6.35 | 0.04            | 1.94   | 0.097                 | 2.94    | 31      | 15.14 | 12.03                       | 2.78             | 0.25            | 0.079          | 0.00              | 0.000  | 0.00         |

| Clase Textural | pH                | % MO | % N   | P (ppm) | K (ppm) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) |
|----------------|-------------------|------|-------|---------|---------|---------------|---------------|
| FA             | 6.35              | 1.94 | 0.097 | 2.94    | 31      | 12.03         | 2.780         |
| Franco Arenoso | Ligeramente acido | Bajo | Bajo  | Bajo    | Bajo    | Normal        | Normal        |

**Anexo N° 11: Costo de producción del tratamiento Testigo (T<sub>0</sub>)**

| T <sub>0</sub>               |              |        |          |            |               |
|------------------------------|--------------|--------|----------|------------|---------------|
| Rubro                        | Unidad       | Cant.  | C. Unit. | C. Parcial | C. Total      |
| <b>COSTOS DIRECTOS</b>       |              |        |          |            |               |
| <b>1. Prep. del Terreno</b>  |              |        |          |            | <b>680.0</b>  |
| - Limpieza                   | Jornal       | 4      | 20       | 80.0       |               |
| - Alineamiento               | Jornal       | 2      | 20       | 40.0       |               |
| - Removido Del suelo         | Hora/maquina | 8      | 70       | 560.0      |               |
| <b>3. Siembra</b>            | Jornal       | 8      | 20       | 160.0      | <b>160.0</b>  |
| <b>4. Almacigo</b>           | Jornal       | 5      | 20       | 100.0      | <b>100.0</b>  |
| <b>5. Labores culturales</b> |              |        |          |            | <b>600.0</b>  |
| - Deshierbo                  | Jornal       | 20     | 20       | 400.0      |               |
| - Abonamiento                | Jornal       | 0      | 20       | 0.0        |               |
| - Riegos                     | Jornal       | 10     | 20       | 200.0      |               |
| <b>6. Cosecha</b>            | Jornal       | 25     | 20       | 500.0      | <b>500.0</b>  |
| <b>7. Trasp. Y comer.</b>    | kg           | 20.742 | 20       | 414.8      | <b>414.8</b>  |
| <b>8. Insumos</b>            |              |        |          |            | <b>2500.0</b> |
| - Nitro - S                  | Kg           | 0      | 2.1      | 0.0        |               |
| - Superphos - P              | Kg           | 0      | 2.6      | 0.0        |               |
| - Sul-Po-Mag                 | Kg           | 0      | 2.2      | 0.0        |               |
| - Semillas                   | Kg           | 1      | 2500     | 2500.0     |               |
| <b>9. Materiales</b>         |              |        |          |            | <b>120.0</b>  |
| - Machetes                   | Unidad       | 4      | 10       | 40.0       |               |
| - Palanas                    | Unidad       | 4      | 20       | 80.0       |               |
| <b>Sub. Total</b>            |              |        |          |            | <b>5074.8</b> |
| - Imprevistos (5% del C.D)   |              |        |          |            | <b>253.7</b>  |
| - Leyes sociales (50% m.o)   |              |        |          |            | <b>1020.0</b> |
| <b>Costo Total</b>           |              |        |          |            | <b>6348.6</b> |



**Anexo N° 12: Costo de producción del tratamiento T<sub>1</sub>**

| <b>T<sub>1</sub></b>         |               |              |                 |                   |                 |
|------------------------------|---------------|--------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| <b>Rubro</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>C. Unit.</b> | <b>C. Parcial</b> | <b>C. Total</b> |
| <b>COSTOS DIRECTOS</b>       |               |              |                 |                   |                 |
| <b>1. Prep. del Terreno</b>  |               |              |                 |                   | <b>680.0</b>    |
| - Limpieza                   | Jornal        | 4            | 20              | 80.0              |                 |
| - Alineamiento               | Jornal        | 2            | 20              | 40.0              |                 |
| - Removido Del suelo         | Hora/maquina  | 8            | 70              | 560.0             |                 |
| <b>3. Siembra</b>            | Jornal        | 8            | 20              | 160.0             | <b>160.0</b>    |
| <b>4. Almacigo</b>           | Jornal        | 5            | 20              | 100.0             | <b>100.0</b>    |
| <b>5. Labores culturales</b> |               |              |                 |                   | <b>680.0</b>    |
| - Deshierbo                  | Jornal        | 20           | 20              | 400.0             |                 |
| - Abonamiento                | Jornal        | 4            | 20              | 80.0              |                 |
| - Riegos                     | Jornal        | 10           | 20              | 200.0             |                 |
| <b>6. Cosecha</b>            | Jornal        | 30           | 20              | 600.0             | <b>600.0</b>    |
| <b>7. Trasp. Y comer.</b>    | kg            | 29.936       | 20              | 598.7             | <b>598.7</b>    |
| <b>8. Insumos</b>            |               |              |                 |                   | <b>4687.4</b>   |
| - Nitro - S                  | Kg            | 612.88       | 2.1             | 1287.0            |                 |
| - Superphos - P              | Kg            | 113.8        | 2.6             | 295.9             |                 |
| - Sul-Po-Mag                 | Kg            | 274.78       | 2.2             | 604.5             |                 |
| - Semillas                   | Kg            | 1            | 2500            | 2500.0            |                 |
| <b>9. Materiales</b>         |               |              |                 |                   | <b>120.0</b>    |
| - Machetes                   | Unidad        | 4            | 10              | 40.0              |                 |
| - Palanas                    | Unidad        | 4            | 20              | 80.0              |                 |
| <b>Sub. Total</b>            |               |              |                 |                   | <b>7626.2</b>   |
| - Imprevistos (5% del C.D)   |               |              |                 |                   | <b>381.3</b>    |
| - Leyes sociales (50% m.o)   |               |              |                 |                   | <b>1110.0</b>   |
| <b>Costo Total</b>           |               |              |                 |                   | <b>9117.5</b>   |

### Anexo N° 13: Costo de producción del tratamiento T<sub>2</sub>

| T <sub>2</sub>               |              |        |          |            |                |
|------------------------------|--------------|--------|----------|------------|----------------|
| Rubro                        | Unidad       | Cant.  | C. Unit. | C. Parcial | C. Total       |
| <b>COSTOS DIRECTOS</b>       |              |        |          |            |                |
| <b>1. Prep. del Terreno</b>  |              |        |          |            | <b>680.0</b>   |
| - Limpieza                   | Jornal       | 4      | 20       | 80.0       |                |
| - Alineamiento               | Jornal       | 2      | 20       | 40.0       |                |
| - Removido Del suelo         | Hora/maquina | 8      | 70       | 560.0      |                |
| <b>3. Siembra</b>            | Jornal       | 8      | 20       | 160.0      | <b>160.0</b>   |
| <b>4. Almacigo</b>           | Jornal       | 5      | 20       | 100.0      | <b>100.0</b>   |
| <b>5. Labores culturales</b> |              |        |          |            | <b>680.0</b>   |
| - Deshierbo                  | Jornal       | 20     | 20       | 400.0      |                |
| - Abonamiento                | Jornal       | 4      | 20       | 80.0       |                |
| - Riegos                     | Jornal       | 10     | 20       | 200.0      |                |
| <b>6. Cosecha</b>            | Jornal       | 40     | 20       | 800.0      | <b>800.0</b>   |
| <b>7. Trasp. Y comer.</b>    | kg           | 55.817 | 20       | 1116.3     | <b>1116.3</b>  |
| <b>8. Insumos</b>            |              |        |          |            | <b>5869.9</b>  |
| - Nitro - S                  | Kg           | 737.88 | 2.1      | 1549.5     |                |
| - Superphos - P              | Kg           | 313.8  | 2.6      | 815.9      |                |
| - Sul-Po-Mag                 | Kg           | 456.6  | 2.2      | 1004.5     |                |
| - Semillas                   | Kg           | 1      | 2500     | 2500.0     |                |
| <b>9. Materiales</b>         |              |        |          |            | <b>120.0</b>   |
| - Machetes                   | Unidad       | 4      | 10       | 40.0       |                |
| - Palanas                    | Unidad       | 4      | 20       | 80.0       |                |
| <b>Sub. Total</b>            |              |        |          |            | <b>9526.3</b>  |
| - Imprevistos (5% del C.D)   |              |        |          |            | <b>476.3</b>   |
| - Leyes sociales (50% m.o)   |              |        |          |            | <b>1210.0</b>  |
| <b>Costo Total</b>           |              |        |          |            | <b>11212.6</b> |

# **Anexo N° 14: Costo de producción del tratamiento T<sub>3</sub>**

| <b>T<sub>3</sub></b>         |               |              |                 |                   |                 |
|------------------------------|---------------|--------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| <b>Rubro</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cant.</b> | <b>C. Unit.</b> | <b>C. Parcial</b> | <b>C. Total</b> |
| <b>COSTOS DIRECTOS</b>       |               |              |                 |                   |                 |
| <b>1. Prep. del Terreno</b>  |               |              |                 |                   | <b>680.0</b>    |
| - Limpieza                   | Jornal        | 4            | 20              | 80.0              |                 |
| - Alineamiento               | Jornal        | 2            | 20              | 40.0              |                 |
| - Removido Del suelo         | Hora/maquina  | 8            | 70              | 560.0             |                 |
| <b>3. Siembra</b>            | Jornal        | 8            | 20              | 160.0             | <b>160.0</b>    |
| <b>4. Almacigo</b>           | Jornal        | 5            | 20              | 100.0             | <b>100.0</b>    |
| <b>5. Labores culturales</b> |               |              |                 |                   | <b>680.0</b>    |
| - Deshierbo                  | Jornal        | 20           | 20              | 400.0             |                 |
| - Abonamiento                | Jornal        | 4            | 20              | 80.0              |                 |
| - Riegos                     | Jornal        | 10           | 20              | 200.0             |                 |
| <b>6. Cosecha</b>            | Jornal        | 35           | 20              | 700.0             | <b>700.0</b>    |
| <b>7. Trasp. Y comer.</b>    | kg            | 31.848       | 20              | 637.0             | <b>637.0</b>    |
| <b>8. Insumos</b>            |               |              |                 |                   | <b>7052.4</b>   |
| - Nitro - S                  | Kg            | 862.88       | 2.1             | 1812.0            |                 |
| - Superphos - P              | Kg            | 513.8        | 2.6             | 1335.9            |                 |
| - Sul-Po-Mag                 | Kg            | 638.41       | 2.2             | 1404.5            |                 |
| - Semillas                   | Kg            | 1            | 2500            | 2500.0            |                 |
| <b>9. Materiales</b>         |               |              |                 |                   | <b>120.0</b>    |
| - Machetes                   | Unidad        | 4            | 10              | 40.0              |                 |
| - Palanas                    | Unidad        | 4            | 20              | 80.0              |                 |
| <b>Sub. Total</b>            |               |              |                 |                   | <b>10129.4</b>  |
| - Imprevistos (5% del C.D)   |               |              |                 |                   | <b>506.5</b>    |
| - Leyes sociales (50% m.o)   |               |              |                 |                   | <b>1160.0</b>   |
| <b>Costo Total</b>           |               |              |                 |                   | <b>11795.9</b>  |

**Anexo N° 15: Prueba de Duncan para altura de planta en cm.**

| Tratamientos | Promedio | Duncan |
|--------------|----------|--------|
| T2           | 117.000  | a      |
| T3           | 108.140  | b      |
| T1           | 98.475   | c      |
| T0           | 87.650   | d      |

**Anexo N° 16: Prueba de Duncan para número de frutos por planta.**

| Tratamientos | Promedio | Duncan |
|--------------|----------|--------|
| T2           | 25.25    | a      |
| T3           | 21.24    | b      |
| T1           | 18.55    | c      |
| T0           | 16.85    | d      |

**Anexo N° 17: Prueba de Duncan para peso de fruto en gramos (g)**

| Tratamientos | Promedio | Duncan |
|--------------|----------|--------|
| T2           | 88.43    | a      |
| T1           | 64.55    | b      |
| T3           | 59.97    | c      |
| T0           | 49.18    | d      |

**Anexo N° 18: Prueba de Duncan para diámetro del fruto en centímetros (cm)**

| Tratamientos | Promedio | Duncan |
|--------------|----------|--------|
| T2           | 4.91     | a      |
| T3           | 4.29     | b      |
| T1           | 3.99     | c      |
| T0           | 3.95     | c      |

**Anexo N° 19: Prueba de Duncan longitud del fruto (cm)**

| Tratamientos | Promedio | Duncan |
|--------------|----------|--------|
| T2           | 8.07     | a      |
| T3           | 6.91     | b      |
| T1           | 5.72     | c      |
| T0           | 5.04     | d      |

**Anexo N° 20: Prueba de Duncan para rendimiento Kg/ha.**

| Tratamientos | Promedio | Duncan |
|--------------|----------|--------|
| T2           | 55 817   | a      |
| T3           | 31 848   | b      |
| T1           | 29 936   | b      |
| T0           | 20 742   | c      |